

# MASTER'S THESIS

**De Relatie tussen de Duur van Matige tot en met Intensieve Fysieke Activiteit (MVPA) en het Episodisch Geheugen bij Ouderen met een Mobiliteitsbeperking.**

Groenewoud, Els

**Award date:**  
2020

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[pure-support@ou.nl](mailto:pure-support@ou.nl)

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 06. May. 2023

**Open Universiteit**  
[www.ou.nl](http://www.ou.nl)



De Relatie tussen de Duur van Matige tot en met Intensieve Fysieke Activiteit (MVPA) en het  
Episodisch Geheugen bij Ouderen met een Mobiliteitsbeperking.

The Relationship between the Duration of Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA)  
and the Episodic Memory in Elderly People with Limited Mobility.

Els Groenewoud

Masterthesis Onderwijswetenschappen  
Open Universiteit

Datum: 25-3-2019

Begeleider: Drs. Volders en Dr. J. Gijssels

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	1
Summary .....	3
1. Inleiding.....	5
1.1 Probleemschets en doel van het onderzoek.....	5
1.2 Geheugen en veroudering .....	6
1.3 Het testen van het episodisch langetermijngeheugen .....	8
1.4 Invloed van fysieke activiteit op het geheugen van ouderen .....	9
1.5 Mechanismen van het effect van fysieke activiteit op cognitie .....	11
1.6 Fysieke activiteit, geheugen en ouderen met een verminderde mobiliteit .....	12
1.7 Onderzoeksvraag en hypothese.....	13
2. Methode.....	15
2.1 Ontwerp .....	15
2.2 Deelnemers .....	15
2.3 Materialen .....	15
2.3.1 15 woordenleertest. Uitkomstmaten: directe recall, uitgestelde recall en de Delta score....	15
2.3.2 ActiGraph accelerometer .....	16
2.3.3 Vragenlijst .....	17
2.4 Procedure .....	17
2.5 Data-analyse.....	19
3. Resultaten.....	21
3.1 Samenstellen dataset .....	21
3.2. Beschrijvende statistiek .....	22
3.3. Resultaten van de analyses.....	23
4. Discussie & Conclusie .....	27
Referenties.....	31

De Relatie tussen de Duur van Matige tot en met Intensieve Fysieke Activiteit en het  
Episodisch Geheugen bij Ouderen met Mobiliteitsbeperking  
Els Groenewoud

**Samenvatting**

Achtergrond: Door veroudering neemt het functioneren van het episodisch geheugen af. Het episodisch geheugen speelt een belangrijke rol bij het coderen, onthouden en het terughalen van informatie, cruciaal bij het zelfstandig kunnen uitvoeren van alledaagse taken. Verschillende onderzoeken bij gezonde ouderen, hebben aangetoond dat fysieke activiteit een positief effect heeft op het functioneren van het episodisch geheugen. Er is tot op heden maar één studie bekend naar de relatie tussen fysieke activiteit en het functioneren van het geheugen bij ouderen met een *mobilitateitsbeperking*. Aangezien het aantal ouderen in Nederland stijgt en als gevolg hiervan ook het aantal ouderen met chronische ziekten met mobiliteitsproblemen toeneemt, is meer kennis gewenst over de relatie tussen fysieke activiteit en geheugen bij deze doelgroep.

Het doel van dit onderzoek was meer inzicht te krijgen in de relatie tussen de duur van matig tot en met intensieve fysieke activiteit (MVPA) en het functioneren van het episodisch geheugen bij ouderen met een mobiliteitsbeperking.

Onderzoeksontwerp, deelnemers en procedure: Deze studie had een cross-sectioneel ontwerp en gebruikte hiervoor de base-line data van 550 deelnemers van de nog lopende interventiestudie 'Actief Plus & het effect op cognitie bij ouderen met een mobiliteitsbeperking'. Ouderen van 65 jaar en ouder zijn geworven in de provincie Limburg en gemeente De Bilt. De deelnemers wonen zelfstandig en hebben een chronische aandoening die de mobiliteit bemoeilijkt, zoals chronische rugklachten en hart- en vaatziekten. Om het beweeggedrag te meten, werd de deelnemer verzocht de accelerometer een week lang te dragen. Aan het eind van de eerste week werd de deelnemer door de testafnemer thuis bezocht en werd de geheugentest visueel afgenomen met behulp van de iPad.

Meetinstrumenten: MVPA als onafhankelijke variabele is gemeten met de ActiGraph GT3X-BT accelerometer. Per deelnemer werden de counts per minuut (CMP), per dag (minimaal 10 uur draagtijd) en per zeven draagdagen geteld boven het afkappunt van matig intensief bewegen ( $> 2691$  CPM). Het functioneren van het episodisch geheugen is gemeten met behulp van de 15 woordenleer-test (Kalverboer en Deelman), een afgeleide versie van de Rey's Verbal Learning Test. Daarbij zijn de totale som van de directe recalls, de uitgestelde recall en de Delta score (score van trial 5 min de score van trial 1) de uitkomstmaten.

Resultaten: Hiërarchische regressieanalyses hebben aangetoond dat MVPA, na correctie voor geslacht, leeftijd en opleiding, een zwakke positieve relatie vertoont met de totale som van vijf directe recall trials ( $R^2 \text{ Change} = .008, p = .018$ ) en de uitgestelde recall ( $R^2 \text{ Change} = .011, p = .008$ ). Er is geen associatie gevonden tussen MVPA en de Delta score.

Conclusie: Dit onderzoek lijkt uit te wijzen dat de duur van matig-intensieve fysieke activiteit geassocieerd is met een beter functioneren van het episodisch geheugen bij ouderen met een mobiliteitsbeperking. Dit kan bijdragen aan het zo lang mogelijk zelfstandig functioneren en het welbevinden van deze ouderen.

Sleutelwoorden: fysieke activiteit, episodisch geheugen, ouderen met mobiliteitsstoornissen

# The Relationship between the Duration of Moderate to Vigorous Physical Activity (MVPA) and the Episodic Memory in Elderly People with Limited Mobility

Els Groenewoud

## Summary

Background: Episodic memory declines with advancing age and memory problems are a common complaint among elderly people. The episodic memory function plays an important role in encoding, memorizing and retrieval of information, crucial to carry out daily living tasks independently.

Previous research has shown that physical activity can convey a protective effect against memory decline in healthy older adults. There is only one study known, that investigated the relation between physical activity and episodic memory of elderly with limited mobility. As there is an increase of the aging population, consequently leading to more people with chronic diseases and mobility problems, additional knowledge is required about the relation between physical activity and episodic memory of this particular target group. The aim of this study was to assess the relationship between the duration of moderate to vigorous physical activity (MVPA) and the episodic memory in elderly people with limited mobility.

Design, participants, procedure: Data ( $n = 550$ ) from this cross-sectional study, came from the study “Actief Plus physical activity program for elderly with limited mobility & effectiveness on cognitive functioning. Elderly have been recruited from the province Limburg and the township De Bilt in the Netherlands. The elderly were living independently, had a chronic illness which hampers mobility, like serious back problems and cardiovascular disease. The participants wore a accelerometer for seven consecutive days, which measured physical activity. Subsequently the participants were visited at home where memory tests have been executed.

Measures: The independent variable MVPA has been measured with the ActiGraph GT3X-BT. For each participant the counts per minute (CMP), per day (minimal 10 hours wear time) and per seven days above the cut-off point of moderate to vigorous activity ( $> 2691$  CMP) have been registered. Episodic memory has been assessed with the 15 woordenleertest (Kalverboer en Deelman). This is an adaptation of the Rey's Auditory Verbal Learning Test. The total sum of the five direct recall trials, the delayed recall and the Delta score (score of trial 5 minus score of trial 1) were used as the outcome measures.

Results: Hierarchical regression analyses have shown that MVPA has a positive, but a small association with the direct recall measure, after correcting for the confounders sex, age and education ( $R^2$  Change = .008,  $p = .018$ ). MVPA is also positively associated with the delayed recall score ( $R^2$  Change = .011,  $p = .008$ ). No association is found between MVPA and the Delta score.

Conclusion: this study suggest that episodic memory functioning may be improved by moderate to vigorous levels of activity in elderly with a limited mobility. Better memory functioning can contribute to independent functioning and wellbeing of this target group.

Keywords: physical activity, episodic memory, elderly with limited mobility

## 1. Inleiding

### 1.1 Probleemstelling en doel van het onderzoek

In Nederland stijgt het aantal ouderen boven de 65 jaar van 3,2 miljoen (19% van de bevolking) in 2017 tot, naar verwachting 4,8 miljoen (26% van de bevolking) in 2040 (Stoeldraijer, Van Duin, & Huisman, 2017). Het kabinetsbeleid is er op gericht om ouderen zo lang mogelijk zelfstandig te laten wonen en functioneren, hetgeen bijdraagt aan de kwaliteit van leven (Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport [VWS], 2011).

Naast fysieke fitheid, is een goede cognitieve gezondheid voor ouderen van cruciaal belang om zelfstandigheid te behouden in het dagelijkse leven. Als gevolg van het normale verouderingsproces is er een afname van verschillende cognitieve processen, waaronder het functioneren van het geheugen. Het episodisch geheugen, een onderdeel van het langetermijngeheugen, is met name gevoelig voor het verouderingsproces (Nyberg, Lövdén, Riklund, Lindenberger, & Bäckman, 2012). Andere vormen van langetermijngeheugen, zoals het semantisch geheugen en het procedurele geheugen blijven relatief stabiel gedurende het leven (Hedden & Gabrieli, 2004). Het langetermijngeheugen is relevant voor het leren en onthouden van nieuwe informatie en draagt zodoende bij aan het welbevinden en autonomie van ouderen (Candela, Zucchetti, Magistro, & Rabaglietti, 2015; Klaming, Annese, Veltman, & Commijn, 2017).

Verschiedende studies tonen aan dat lichamelijke beweging een positief effect heeft op de geheugenfunctie van ouderen (Flöel et al., 2010; Ruscheweyh et al., 2011). Ook in een grote 14 jaar durende longitudinale studie naar de relatie tussen leefstijlfactoren en cognitie, bleek fysieke activiteit een beschermende factor te zijn voor de geheugenfunctie (Klaming et al., 2017). Er zijn echter ook recente onderzoeken die geen relatie vonden tussen bewegen en ‘memory recall’, een maat voor het functioneren van het geheugen, maar wel een relatie tussen beweging en andere cognitieve domeinen, zoals de executive functies (Siddarth et al., 2018; Clark, Parisi, Kuo, & Carlson, 2016).

Naast een gebrek aan eenduidigheid in onderzoeksresultaten, zijn de meeste studies uitgevoerd bij gezonde ouderen zonder mobiliteitsbeperking. Er is maar één studie bekend naar de relatie van bewegen en geheugen bij de groep ouderen met mobiliteitsbeperkingen als gevolg van chronische ziekten (Langlois, Vu, Chassé, Dupuis, Kergoat, & Bherer, 2012). Als gevolg van de vergrijzing, neemt het aantal ouderen met gezondheids- en mobiliteitsproblemen toe (Centraal Bureau voor de Statistiek [CBS], 2015). Angst voor vallen, of het verergeren van gezondheidsproblemen kunnen een belemmering zijn voor ouderen om te gaan bewegen. Echter, gezondheids- en mobiliteitsproblemen kunnen ook een drijfveer zijn om te gaan bewegen, zodat de problemen verminderen en men zich beter gaat voelen (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu [RIVM], 2016). Deze groep moet meer moeite doen om een passende vorm van beweging in hun leven in te passen. Dit onderzoek focust alleen op de relatie tussen de duur van fysieke activiteit en het *episodisch*



*langetermijngeheugen* bij ouderen met een mobiliteitsbeperking. Dit onderzoek maakt deel uit van een grotere studie ‘Actief Plus en het effect op cognitie bij ouderen met een mobiliteitsbeperking’, welke als doel heeft de effecten van de interventie Actief Plus op verschillende cognitieve functies te evalueren waarbij de focus vooral is gericht op de executive functies. In de volgende paragrafen zal worden ingegaan op begrippen, concepten en bestaande onderzoeken zodat er een theoretisch kader ontstaat over de relatie tussen fysieke activiteit, geheugen en veroudering.

## **1.2 Geheugen en veroudering**

Het verwerven van kennis en dus leren wordt in de cognitieve benadering gezien als een informatieverwerkend model, waarbij interne mentale processen van het ontvangen, coderen en opslaan van informatie in het geheugen centraal staan (Valcke, 2010). In de literatuur zijn verschillende theoretische modellen bekend omtrent het geheugen. Een breed geaccepteerd model is het meervoudig geheugen model van Atkinson en Shiffrin (1968) waarbij het geheugen wordt opgedeeld in het a) sensorisch geheugen, b) kortetermijn- of werkgeheugen en c) het langetermijngeheugen (D’haenens, De Hert, Peuskens, Sabbe, Van Gool, & Meire, 2001). Het werkgeheugen is volgens Baddeley (2003) geen synoniem voor het kortetermijngeheugen. Het werkgeheugen is complex en omvat de central executive, die een cruciale rol speelt bij het controleren, initiëren en uitvoeren van diverse processen en wordt daarbij ondersteund door twee slaafsystemen: de fonologische lus, die verbale informatie kort opslaat en het visuospatiaal schetsblok, verantwoordelijk voor de opslag en verwerken van visuele en ruimtelijke informatie. Alleen deze twee onderdelen van het werkgeheugen zijn volgens Baddeley synoniem voor de term kortetermijngeheugen.

Het langetermijngeheugen, waar informatie oneindig lang kan worden opgeslagen, wordt onderscheiden in het declaratief en het procedureel geheugen. Het declaratief geheugen is op te splitsen in het episodisch geheugen; het geheugen voor persoonlijke gebeurtenissen gebonden aan tijd en plaats, en het semantisch geheugen waarin onpersoonlijke feitenkennis ligt opgeslagen (D’haenens et al., 2001).

Bij het leren zijn zowel het werkgeheugen als het langetermijngeheugen belangrijk. Informatie uit het langetermijngeheugen wordt tijdelijk opgehaald, bewerkt en geïntegreerd met nieuwe informatie uit het werkgeheugen (coderen), voordat het langdurig of permanent in netwerken wordt opgeslagen in het langetermijngeheugen. Een veel gehoorde klacht van ouderen is dat zij moeite hebben met het onthouden van nieuwe informatie en het vergeten van eerder opgeslagen informatie (Craig & Rose, 2012). Het kunnen creëren en ophalen van herinneringen is essentieel voor het functioneren in het dagelijks leven van een oudere. Hierbij kan gedacht worden aan boodschappen doen, het leren omgaan met digitale apparatuur, de weg kunnen terugvinden, problemen kunnen oplossen in en rondom het huis en het onderhouden van sociale contacten, die van groot belang zijn

voor het welzijn van ouderen (Klaming et al., 2017). Veel van deze activiteiten, zijn afhankelijk van al eerder gevormde herinneringen. Iemand met een minder goed werkend geheugen, kan in het dagelijkse leven veel problemen ondervinden.

Uit meerdere cross-sectionele en longitudinale studies, is gebleken dat de meest gevoelige domeinen voor het effect van veroudering, het werkgeheugen en het episodisch geheugen zijn (Hedden & Gabrieli, 2004; Nyberg et al., 2012). Onderzoekresultaten over de aanvangsleeftijd van de afname van het werkgeheugen en het langetermijngeheugen zijn niet eenduidig, variërend van beginnend in de 30 of pas op de leeftijd van 60 (Nyberg et al., 2012). De achteruitgang van het werkgeheugen (met name de central executive waarbij manipulatie van informatie en interactieprocessen plaatsvinden) manifesteert zich door een verminderde flexibiliteit van denken en het minder goed doelgericht uitvoeren van complexe taken, waarbij het noodzakelijk is om informatie te selecteren en te combineren. Veroudering van het episodisch geheugen openbaart zich wanneer het meer moeite kost om zowel verbaal als non-verbaal materiaal te leren, op te slaan en terug te halen uit het geheugen, zoals van een woordenlijst (Grady, 2012). Snelle achteruitgang van het episodisch geheugen wordt ook vaak aangemerkt als een eerste indicatie voor de ziekte dementie en zijn voorloper ‘milde cognitieve stoornissen’ (Ruscheweyh et al., 2011). Het semantisch geheugen (feiten- en woordenkennis), de kennis voor vaardigheden van procedures (procedureel geheugen) blijven relatief goed intact op oudere leeftijd (Grady & Craik, 2000; Grady, 2012; Nyberg et al., 2012). Ook het kortetermijngeheugen (alleen de korte opslag functie van verbale en visuele informatie) blijft relatief lang intact, met een enigszins snellere functievermindering na het zeventigste levensjaar (Hedden & Gabrieli, 2004).

De afname van het cognitief functioneren in het algemeen wordt toegeschreven aan leeftijdsgebonden, structurele, chemische en functionele veranderingen in de hersenen, zoals afname in het hersenvolume, het dunner worden van de cortex, afname van cognitieve processen en afname van het aantal neurale verbindingen tussen de verschillende hersengebieden onderling (Grady, 2012). Volgens Craik (2012) is de achteruitgang van het geheugen een gevolg van een minder diepgaand en efficiënt coderingsproces en ophaalproces. Het proces van coderen vindt plaats in het werkgeheugen, waarbij verschillende cognitieve controle processen, zoals aandacht vasthouden, verbanden leggen en inhibitie een rol spelen bij het effectief coderen. Aangezien de executive controleprocessen ook afnemen als gevolg van veroudering, beïnvloedt dit dus indirect het functioneren van het langetermijngeheugen (Buckner, 2004; Craik & Rose, 2012). Ouderen blijken meer moeite te hebben componenten te associëren en te integreren in een holistische representatie (Naveh-Benjamin, 2000), waardoor de informatie minder goed en minder onderscheidend wordt opgeslagen in het langetermijngeheugen. Dit heeft als gevolg dat de geheugensporen minder goed herkend worden of vervagen, hetgeen zich uit in het niet goed kunnen terugvinden van gebeurtenissen in het geheugen of

dat de uit het geheugen opgehaalde informatie onvoldoende gedetailleerd is. In een recent review van Park en Festini (2017), wordt gesteld dat waarschijnlijk een veelheid van factoren bijdraagt aan de leeftijdgerelateerde afname van het geheugen, zoals afname van de informatieverwerkingssnelheid, afname van het vermogen om irrelevante prikkels te negeren en een verminderde voorraad van cognitieve controle processen. Meer onderzoek is nodig om de onderliggende mechanismen van leeftijdsgerelateerde afname van het geheugen beter te leren begrijpen en het onderscheid te kunnen duiden tussen normale leeftijdsgerelateerde geheugenprestatie en de pathologische vorm (Park & Festini, 2017).

Niet alle mensen krijgen te maken met geheugenklachten. Er zijn mensen die tot op hoge leeftijd een zeer goed geheugen behouden en anderen waarbij op jongere leeftijd het geheugen achteruitgaat (Buckner, 2004). Deze heterogeniteit tussen personen is onder andere te verklaren door factoren als aanleg, intelligentie, sekse, ervaring met complexe mentale werkzaamheden en de mate van cognitieve reserve. Cognitieve reserve is het vermogen om te kunnen compenseren voor de veranderingen in de hersenen. Het opbouwen en onderhouden van de cognitieve reserve wordt gezien als een manier om de hersenen zo lang mogelijk gezond te houden (Nyberg et al., 2012). Bij een hoge cognitieve reserve, kunnen geheugenklachten uitgesteld en vertraagd worden. Voldoende lichamelijke beweging, goede voeding, het volgen van een opleiding, het hebben van een sociaal netwerk en het uitvoeren van werk gedurende het leven, hebben een positief effect op het opbouwen van de cognitieve reserve tijdens het leven, doordat deze factoren de neuroplasticiteit van het brein bevorderen (Fratiglioni & Wang, 2007). Ook het ouder wordende brein blijft plastisch, hetgeen betekent dat de hersenen zich voortdurend reorganiseren als gevolg van ervaringen, waardoor mensen tot op hoge leeftijd nieuwe dingen kunnen leren, hun cognitieve netwerken kunnen onderhouden en zich kunnen aanpassen aan veranderende omstandigheden (Park & Reuter-Lorenz, 2009).

### **1.3 Het testen van het episodisch langetermijngeheugen**

Er zijn veel verschillende neuropsychologische testen beschikbaar die één of meerdere aspecten van het geheugen onderzoeken (Lezak, Howieson, & Loring, 2004). De Rey's Auditory Verbal Learning Test (RAVLT) of een afgeleide hiervan, zoals de 15 woordenleertest, is de meest gebruikte neurologische test om een breed spectrum van het episodisch langetermijngeheugen te testen (Lezak et al., 2004; Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen, & Jolles, 2005). Al wordt het episodisch geheugen gedefinieerd als een opslagplaats voor persoonlijke gebeurtenissen, alle kennis die men leert (ook feitenkennis, zoals woorden) wordt aanvankelijk opgenomen in het episodisch geheugen (Konrad, 2018). De 15 woordenleertest maakt gebruik van vijftien nieuw aangeboden woorden, die vijf keer herhaald worden opgelezen of visueel worden aangeboden. Na elke test wordt gevraagd zich de woorden te herinneren. De totale som van de directe recall (trial 1 t/m 5) geeft een indicatie van de

geheugenprocessen coderen en de opslag in het episodisch langetermijngeheugen. Een andere belangrijke uitkomstmaat van de 15 woordenleertest is de uitgestelde recall (de hoeveelheid woorden die men nog na 20 minuten weet te herinneren); dit is een maat voor de retentie en het ophaalvermogen uit het episodisch langetermijngeheugen (Lezak et al., 2004). De directe recall en de uitgestelde recall tezamen, geven een indicatie van het leervermogen en de efficiency van het episodisch geheugen.

De 15 woordenleertest (visueel en/of auditief) met als uitkomstmaten de totale som van de vijf trials en de uitgestelde recall scores, worden veelvuldig in onderzoeken gebruikt om het functioneren van het episodisch geheugen te meten (Candela et al., 2015; Flöel et al., 2010; Klamming et al., 2016; Ruscheweyh et al., 2011; Van der Elst et al., 2005). Ook in de klinisch praktijk wanneer ouderen kampen met geheugenproblemen of leerproblemen wordt een woordenleertest ingezet om ziektes zoals Alzheimer en voorstadia van dementie vast te stellen (Lezak et al., 2004).

#### **1.4 Invloed van fysieke activiteit op het geheugen van ouderen**

In het rapport 'Beweegrichtlijnen 2017' van de Gezondheidsraad wordt 'bewegen' gedefinieerd als elke vorm van lichaamsbeweging door skeletspieren die resulteert in energieverbruik. De hoeveelheid beweging wordt bepaald door de intensiteit, frequentie en de duur. De intensiteit wordt onderscheiden in lichte, matige en zware intensieve lichamelijke beweging en wordt uitgedrukt in metabole equivalenten (MET), waarbij één MET het energieverbruik in rust is. Bij lichte intensiteit kan gedacht worden aan activiteiten waarbij men staat of licht beweegt. Matige activiteit betreft activiteiten die wat moeite kosten, maar waarbij praten mogelijk blijft, zoals huishoudelijke activiteiten, tuinieren, wandelen en fietsen. Zware intensiteit verwijst naar activiteiten waarbij zwaarder wordt geademd of gehijgd, zoals bij de meesten sporten. De meeste vormen van bewegen bestaan zowel uit een aerobe component als een krachtcomponent. Duurtraining is gericht op het uithoudingsvermogen, waarbij grote spiergroepen zijn betrokken en de beweegsnelheid langer dan een paar minuten achter elkaar is vol te houden, bijvoorbeeld wandelen en fietsen. Krachttraining omvat spierversterkende activiteiten, bijvoorbeeld oefeningen waarbij het eigen lichaamsgewicht, losse gewichten of machines als weerstand worden gebruikt. De beweegrichtlijn van de Gezondheidsraad (2017) voor volwassenen en ouderen (>65 jaar) luidt: minstens 150 minuten per week matig-intensieve beweging, verspreid over diverse dagen en minstens twee keer per week spier- en botversterkende activiteiten, en voor ouderen gecombineerd met balansoefeningen (Gezondheidsraad, 2017). Eerdere beweegnormen in Nederland zijn de Nederlandse Norm Gezond Bewegen (NNGB), die adviseert minstens vijf dagen per week een half uur matig intensief te bewegen en de Fitnorm die adviseert minstens drie dagen per week 20 minuten zwaar intensief te bewegen. De Combinorm voor bewegen geeft aan dat men dient te voldoen aan de NNGB en/of Fitnorm. De beweegrichtlijn 2017 is opgesteld met als doel eerdergenoemde

richtlijnen te vervangen door één richtlijn waarin alle nieuwe wetenschappelijk bewijzen over de voordelen van bewegen zijn opgenomen (Gezondheidsraad, 2017).

Er is aannemelijk bewijs voortkomend uit verschillende meta-analyses van cohort- en longitudinale onderzoeken, voor de positieve relatie tussen fysieke activiteit en de vertraging van de leeftijdsgebonden cognitieve achteruitgang en een kleiner risico op cognitief verval en dementie (Sofi et al., 2011; Bherer, Erickson, & Liu-Ambrose, 2013; Blondell, Hammersley-Mather, & Veerman 2014). De resultaten en conclusies van gerandomiseerde klinische trials (RCTs) zijn minder eenduidig, waarbij sommigen vinden dat bewegen inderdaad een effect heeft op cognitie (Colcombe & Kramer, 2003; Smith et al., 2010; Bherer et al., 2013), terwijl anderen meta-analyses geen overtuigend bewijs vinden voor het effect van bewegen op algemene cognitieve uitkomstmaten, noch op geheugenfuncties bij ouderen (Kelly et al., 2014; Young, Angevaren, Rusted, & Tabet, 2015).

Tevens heerst er onduidelijkheid over de benodigde duur, de intensiteit en het type activiteit waarbij een gunstig effect wordt gevonden op de geheugenfuncties. Een grote longitudinale studie van 14 jaar, vond dat mensen die tussen de 91-180 minuten/dag lichamelijk actief waren, beter scoorden op uitkomstmaten van het leervermogen en het vasthouden van nieuwe informatie dan mensen die tussen de 0-90 minuten per dag lichamelijk actief waren. De intensiteit van de activiteit werd in deze studie niet gespecificeerd, maar ‘wandelen’ werd meegenomen in metingen van fysieke activiteit, wat volgens de onderzoekers suggereert dat zelfs lichte fysieke inspanning een positief effect heeft op cognitie. Er werd geen significant verschil gevonden tussen de groep 91-180 minuten/per dag en de groep die meer dan >181 min/dag fysiek actief was (Klaming et al., 2017). Resultaten van een cross-sectionele studie bij 75 ouderen toonden aan dat de duur van activiteit positief geassocieerd was met de scores op de geheugentest en dat zelfs een dagelijkse lichte fysieke activiteit voorspellend bleek voor het goed uitvoeren van geheugen taken (Flöel et al., 2010). Een interventiestudie van Ruscheweyh et al. (2009) onder 62 ouderen naar de intensiteit van bewegen in relatie tot het episodisch geheugen, toonde aan dat de positieve effecten van bewegen op het geheugen niet afhankelijk zijn van de intensiteit van bewegen. In de meta-analyse van Smith et al. (2010), waarin 16 RCT's zijn opgenomen, werd gevonden dat aerobe activiteit positieve effecten heeft op het geheugen, echter noch de duur, noch de intensiteit bleken van invloed te zijn. Wat betreft het type beweging, concluderen twee recente reviews en meta-analyses dat een combinatietraining van aerobe- en krachttraining waarschijnlijk het meest gunstige effect heeft op de algemene cognitieve functies en het episodisch geheugen dan alleen aerobe training of alleen krachttraining (Barha et al., 2017; de Astearu, Martínez-Velilla, Zambom-Ferraresi, Casas-Herrero, & Izquierdo, 2017). Echter, een robuuste meta-analyse uit 2018 van 36 studies, spreekt dit tegen en vindt dat zowel trainingen bestaande uit alleen een aerobe component, alleen krachttraining, alleen balansttraining (Tai Chi) of

een combinatie van beide vergelijkbaar positieve effecten hebben op de cognitie (Northey, Cherbuin, Pampa, Smee, & Rattray, 2018).

De inconsistentie in deze bevindingen kan veroorzaakt worden door de verschillende methodologisch benaderingen en analyses, de variëteit in lengte, de vorm en de duur van de activiteit per sessie, als ook de verschillen in de onderzochte cognitieve domeinen, verschillen in uitkomstmaten en de meetmethodes van fysieke activiteit.

### **1.5 Mechanismen van het effect van fysieke activiteit op cognitie**

In de literatuur worden verschillende onderliggende mechanismen beschreven die de relatie verklaren tussen fysieke activiteit en cognitief functioneren. De meest voor de hand liggende verklaring is de toename van bloedtoevoer in de hersenen tijdens bewegen. Met behulp van beeldvormende technieken (MRI) is vastgesteld dat bij matig intensieve tot zware fysieke inspanning de bloedtoevoer in de hersenen toeneemt, waardoor deze worden voorzien van de benodigde zuurstof en glucose (Gligoroska & Machevska, 2012; Marmeleira, 2013). Daarnaast is gebleken dat tijdens fysieke activiteit de afgifte van neurotransmitters wordt gestimuleerd, waaronder dopamine, noradrenaline, serotonine en endorfine, noodzakelijk voor de signaaloverdracht tussen de neuronen (Marmeleira, 2013). Op welke manier neurotransmitters cognitie precies beïnvloeden is nog onduidelijk; suggesties over een indirecte invloed van het onderdrukken van depressieve gevoelens komt ook naar voren in de literatuur. Relaties tussen depressie en cognitieve achteruitgang zijn gevonden in meerdere studies bij ouderen (Vance et al., 2016). Ook stimuleert fysieke activiteit de afgifte van neurotrophines, stoffen die betrokken zijn bij de neurogenese (aanmaak nieuwe neuronen), angiogenese (aanmaak nieuwe bloedvaten) en synaptogenese (aanmaak nieuwe neurale verbindingen) (Gligoroska & Mancevska, 2012; Marmeleira, 2013). De hippocampus aan de onder/voorkant van de temporaalkwab, is een gebied waar nieuwe neuronen worden aangemaakt en dit gebied is cruciaal voor leer- en geheugenprocessen. Erickson et al. (2011) toonden met een één jaar durende interventiestudie aan, dat bij ouderen die drie keer per week 40 minuten stevig wandelen (aerobische activiteit) het volume van de hippocampus met 2% toenam, in tegenstelling tot de controlegroep. Tevens werd aangetoond dat de interventiegroep hogere neurotrophine waarden in het bloed hadden en dat zij beter scoorde op de geheugentest.

Naast de fysiologische bovengenoemde mechanismen, wordt in de literatuur ook gesproken van het ‘direct trainen’ van de hersenen door fysieke activiteit, omdat meerdere hersengebieden en functies (o.a. executieve functies) zelf ook betrokken zijn bij de planning en uitvoering van de motoriek (Marmeleira, 2012). Daarnaast is ook aangetoond dat fysieke activiteit het risico verlaagt op cardiovasculaire ziekten. Een verlaging van cardiovasculaire risicofactoren wordt geassocieerd met een gezonder brein en beter cognitief functioneren (Kirk-Sanchez & McGough, 2014).

Samenvattend kan gesteld worden dat het vooralsnog onvoldoende duidelijk is wat het exacte onderliggende mechanismen zijn die positieve effecten bewerkstelligt op het cognitief functioneren. Verschillende factoren blijken een rol te spelen; het is zeer waarschijnlijk complex en multifactorieel (Fredrikson, 2015).

### **1.6 Fysieke activiteit, geheugen en ouderen met een verminderde mobiliteit**

Tot op heden zijn de meeste studies naar de relatie tussen bewegen en cognitief functioneren uitgevoerd bij gezonde ouderen die geen beperkende factoren ervaren om fysiek actief te zijn. Als gevolg van de vergrijzing, zal het aantal ouderen (>65 jaar) met chronische ziekten toenemen van 5,3 miljoen in 2011 naar 7 miljoen in 2030. Als gevolg van chronische ziekten hebben 1,6 miljoen mensen een lichamelijke beperking, waarvan moeite met bewegen het meest voorkomt (Volksgezondheid Toekomst Verkenning, 2014; CBS, 2015). Een chronische ziekte met of zonder fysieke beperking is geen contra-indicatie voor bewegen. Bewegen heeft aangetoond het risico op multi-morbiditeit en fracturen te verminderen en draagt bij aan kwaliteit van leven (Bherer et al., 2013; Gezondheidsraad, 2017).

Er is bij ons maar één studie bekend naar het effect van fysieke activiteit op het cognitief functioneren bij ouderen ( $n = 36$ ) met een verminderde mobiliteit (Langlois et al., 2012). De beweeginterventie bestond uit een 12 weken durend programma, bestaande uit drie trainingen (combinatie aerobisch en stretchen/balans) van een uur per week. Dit resulteerde in een verbetering van een aantal cognitieve functies, zoals de executive functies en de informatieverwerkingssnelheid. Het functioneren van het episodisch geheugen daarentegen bleek niet significant te verschillen tussen de interventie- en de controlegroep (Langlois et al., 2012).

Volgens de eerste cijfers over de nieuwe beweegrichtlijn 2017, blijkt 33% van de ouderen boven de 65 jaar te voldoen aan het beweegadvies. Cijfers van deze beweegrichtlijn voor ouderen met een chronische ziekte of beperkingen zijn nog niet bekend (RIVM, 2017). Uit een leefstijlmonitor van 2014 naar de combinorm voor bewegen, bleek 72% van ouderen tussen de 65 en 80 jaar en 49% van de ouderen boven de 80 jaar te voldoen aan deze beweegnorm. Voor mensen met een chronische ziekte of lichamelijke beperking ligt dat aanzienlijk lager; tussen de 38-55% (RIVM, 2016). Voor mensen met een chronische ziekte of lichamelijke beperking ligt dat aanzienlijk lager; tussen de 38-55% (RIVM, 2016). Uit bovenstaande cijfers kan afgeleid worden dat ouderen met een chronische ziekte en/of een mobiliteitsbeperking minder bewegen en meer belemmeringen ervaren om fysiek actief te zijn (RIVM, 2016). Om deze groep ouderen met een mobiliteitsbeperking te ondersteunen bij het zo optimaal behouden van de geheugenfuncties, is het noodzakelijk om meer onderzoek uit te voeren naar de relatie tussen bewegen en het geheugen.

In dit onderzoek ligt de focus op de *duur* van de fysieke activiteit en wordt uitgegaan van *tenminste matig intensief* beweging, aangezien dit ook het uitgangspunt is van de beweegrichtlijn 2017. De vorm van fysieke activiteit en de verschillen in de mate van intensiteit blijven buiten de scope van dit onderzoek. Indien uit de resultaten van dit onderzoek naar voren komt dat fysieke activiteit een positieve relatie heeft met het functioneren van het episodisch geheugen, kunnen gezondheidsbevorderaars fysieke activiteit stimuleren en passende beweegprogramma's ontwikkelen specifiek voor ouderen met mobiliteitsproblemen. Het behoud van een goed geheugen is immers relevant voor het leren en onthouden van nieuwe informatie en draagt bij aan de autonomie en het welzijn van ouderen.

### **1.7 Onderzoeksvraag en hypothese**

Onderzoeken over de relatie tussen het geheugen en fysieke activiteit bij ouderen spreken elkaar tegen. Tevens is voor zover bekend maar één onderzoek naar de relatie tussen fysieke activiteit en geheugen uitgevoerd bij de groep ouderen met een mobiliteitsbeperking (Langlois et al., 2012). Dit pleit voor meer onderzoek specifiek bij deze doelgroep. Dit leidt tot de volgende onderzoeksvraag:

Wat is de relatie tussen de duur van matige tot en met intensieve fysieke activiteit (MVPA) en het functioneren van het episodisch geheugen van 65-plussers met een mobiliteitsbeperking?

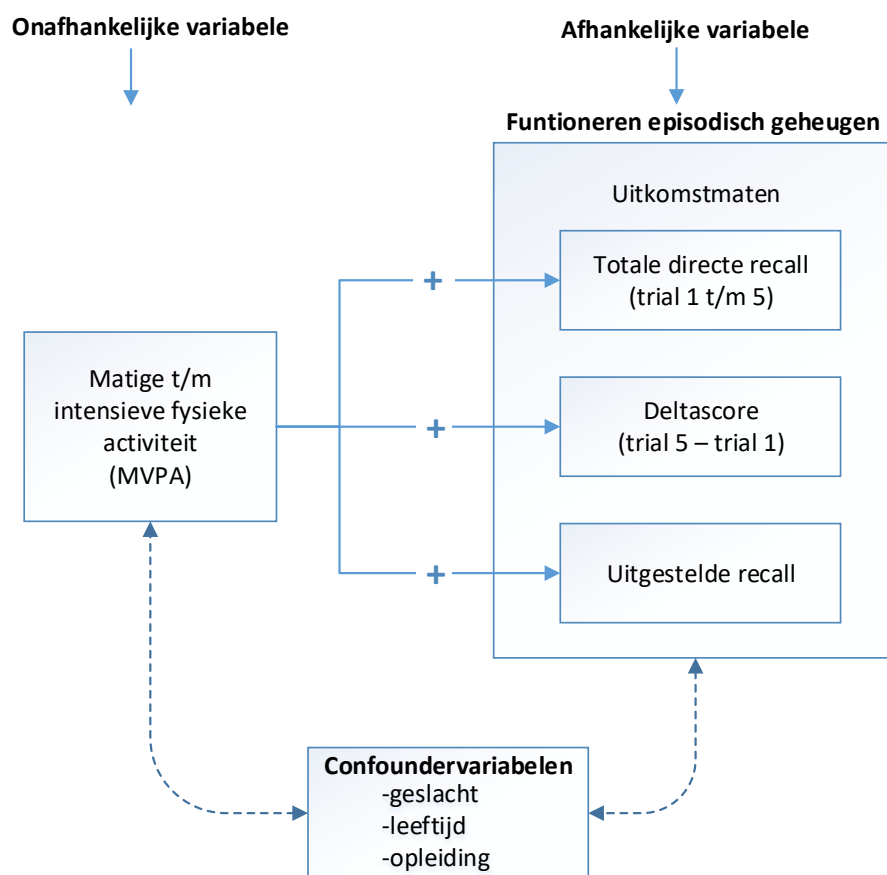
Het episodisch geheugen wordt gemeten aan de hand van 3 uitkomstmaten van de 15 woordenleertest: directe recall score, de uitgestelde recall score en de Delta score (zie paragraaf 2.1). Dit leidt tot de volgende deelvragen:

- Wat is de relatie tussen matige intensieve fysieke activiteit (MVPA) en de score op de directe recall van 65-plussers met een mobiliteitsbeperking?
- Wat is de relatie tussen matige intensieve fysieke activiteit (MVPA) en de score op de uitgestelde recall van 65-plussers met een mobiliteitsbeperking?
- Wat is de relatie tussen matige intensieve fysieke activiteit (MVPA) en de Delta score van 65-plussers met een mobiliteitsbeperking?

De variabelen leeftijd, geslacht en opleidingsniveau hebben invloed op de relatie tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabelen (Elst et al., 2005, Klaming et al., 2016). In dit onderzoek zal voor deze confounders worden gecorrigeerd. Ondanks dat de relatief kleine interventiestudie van Langlois et al. (2012) geen effect liet zien van fysieke activiteit op het geheugen, wordt voor dit onderzoek een positieve relatie verwacht tussen de duur van MVPA en alle drie de uitkomstmaten van het episodisch geheugen. Deze verwachting is ten eerste gebaseerd op het theoretische onderliggende mechanisme van het effect van fysieke activiteit op cognitie. Fysieke activiteit wordt gelinkt met een toegenomen bloedtoevoer in de hersenen, verhoogde afgifte van neurotransmitters en neurotrophines. Dit



stimuleert de aanmaak van neuronen nieuwe neurale verbindingen, waardoor betere cognitieve functies verklaard worden (Cotman, Berchtold & Christie, 2007; Gligoroska & Mancevska, 2012; Marmeleira, 2013). Ten tweede wordt een positieve relatie tussen matig-intensieve fysieke activiteit en geheugenscores verwacht, aangezien vergelijkbare studies zijn uitgevoerd die deze positieve associatie ook vinden (Flöel et al., 2010; Klaming et al., 2017; Ruscheweyh et al., 2011). Weliswaar zijn deze studies gedaan bij gezonde ouderen, maar er wordt niet verwacht dat dit anders zal zijn voor ouderen met een mobiliteitsstoornis als gevolg van een chronische aandoening. Figuur 1 geeft een schematische voorstelling van de verwachte relatie tussen matig tot en met intensive fysieke activiteit en de drie uitkomstmaten van het episodisch geheugen.



Figuur 1  
Schematische voorstelling van verwachte relatie tussen afhankelijke variabele en uitkomstmaten

## **2. Methode**

### **2.1 Ontwerp**

In dit cross-sectionele onderzoek, werd gebruik gemaakt van de baseline gegevens van het gemeten beweeggedrag en de 15 woordenleertest uit de nog lopende interventiestudie genaamd ‘Actief Plus & het effect op cognitie bij ouderen met een mobiliteitsbeperking’. De baseline data is verzameld in de periode maart 2018 t/m juli 2018. Het Actief Plus experiment, loopt tot medio 2019 en heeft als doel de effecten van de beweeginterventie op verschillende cognitieve functies te evalueren en te onderzoeken of de duur en het type fysieke activiteit invloed heeft op de omvang van de cognitieve effecten bij mensen van 65 jaar en ouder met een mobiliteitsbeperking.

### **2.2 Deelnemers**

Deelnemers zijn geworven in de provincie Limburg en gemeente De Bilt. In elke gemeente zijn twee vergelijkbare wijken (gematcht op sociaal economische status) geselecteerd en random toegewezen aan de interventie- of de controle groep. Elke gemeente mocht tussen de 500 en 4000 mensen uitnodigen. Dit resulteerde in 14.600 uitnodigingen. Deelnemers waren 65 jaar of ouder, wonen zelfstandig en hebben een chronische aandoening die de mobiliteit bemoeilijkt, zoals chronische rugklachten, hart- en vaatziekten, reuma en COPD. Mensen die minder dan 100 meter kunnen lopen met stok of rollator of mensen die uitsluitend in rolstoel zitten, vielen buiten de onderzoeksgroep. Om na te gaan of er sprake is van milde en ernstige cognitieve beperkingen werd telefonisch nagevraagd of mensen problemen ervaren met het geheugen of aandacht. Indien dit het geval is worden ze uitgesloten van deelname. Er zijn totaal 623 deelnemers geïnccludeerd.

### **2.3 Materialen**

#### **2.3.1 15 woordenleertest. Uitkomstmaten: directe recall, uitgestelde recall en de Delta score**

Het functioneren van het episodisch geheugen is gemeten met de 15 woordenleertest van Kalverboer en Deelman (1964), een afgeleide Nederlandse versie van de Rey's Verbal Learning Test (Rey, 1964). De betrouwbaarheid van deze test wordt als hoog beoordeeld evenals de begripsvaliditeit (Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen, & Jolles, 2005). Deze test is gedigitaliseerd met het Inquisit softwareprogramma van Millisecond. De 15 eenlettergrepige woorden worden vijf keer visueel aangeboden op een iPad. Na elke test is er een directe recall, waarbij de deelnemer gevraagd wordt zoveel mogelijk woorden op te noemen. De som van de vijf testen, gecorrigeerd voor foute antwoorden (score minimaal 0 en maximaal 75) is een indicatie voor het coderen en het leervermogen van het langetermijngeheugen. Na 15-20 minuten werd de deelnemer gevraagd, hoeveel woorden hij zich nog kan herinneren van de 15 woordenleerlijst; deze test wordt de uitgestelde recall genoemd.

Het aantal goed opgenoemde woorden die na een pauze van 15- 20 minuten na de set van de eerste vijf trials worden herinnerd, is een maat voor het opslagvermogen en het ophaalproces van het langetermijngeheugen (score 0 - 15) (Klaming, 2016).

Naast de directe recall en de uitgestelde recall scores, is er ook gekeken naar een maat waarbij gecorrigeerd zou worden voor het kortetermijngeheugen en het plafond effect; *de Delta score*. Hiervoor is gekozen, omdat deze score volgens Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen en Jolles (2005) een betere maat is voor het langetermijngeheugen. De score van de 1<sup>e</sup> trial zou volgens de onderzoekers meer een maat zijn voor het kortetermijngeheugen. Stijging van het aantal woorden dat opgehaald wordt, werd door Van der Elst et al., (2005) met name in trial 2 en 3 geobserveerd, waardoor trial 4 en 5 overbodig worden. In dit onderzoek waren de gemiddelde scores op de vijf opeenvolgende trials: 3.93; 6.34; 7.64; 8.53 en 9.12. Pas in trial 5 werd gemiddeld de hoogste scores behaald. De verschillen tussen de oplopende gemiddelden waren significant. De Delta score werd in dit onderzoek berekend door de score van de 5<sup>e</sup> trial te verminderen met de score van trial 1. Deze score kan negatief zijn indien de deelnemer op de 5<sup>e</sup> trial minder woorden herinnerde dan bij de 1<sup>ste</sup> trial. De maximum score is 15 woorden.

### **2.3.2 ActiGraph accelerometer**

Om het beweeggedrag objectief te meten, werd gebruik gemaakt van de ActiGraph GT3X-BT accelerometer (ActiGraph Company). Meerdere onderzoekers spreken hun voorkeur uit om fysieke activiteit met behulp van een valide objectieve accelerometer te meten, in plaats van de meer subjectieve methode van zelfrapportage (Zlata et al., 2015). De ActiGraph wordt beschouwd als een betrouwbare methode om duur en intensiteit van de beweging te bepalen (Boyle, Lynch, Courneya, & Vallance, 2015).

De accelerometer is een klein lichtgewicht, draadloos apparaatje (4,6 x 3,3 x 1,5 cm, 19 g) dat wordt gedragen met een band om het middel over de rechter heup. De ActiGraph meet de acceleratie/versnelling in 3 richtingen (voren-achteren, links-rechts, boven-onder) en wordt uitgedrukt in 'activity counts'. De bijbehorende Actilife software zet de data om naar een samengestelde maat van het aantal activity counts per seconde en deze data wordt vervolgens omgezet naar 60 seconde epoch. De data (counts per minute [CMP]) wordt geklasseerd in vier niveaus van fysieke intensiteit: Sedentair gedrag: < 200 CPM, lichte intensiteit: 200-2690 CPM, matige intensiteit: 2691-6166 CPM en zware intensiteit: > 6167 CPM. Deze afkapwaarde zijn gebaseerd op internationale richtlijnen over MET-waardes en een validatie studie van Sasaki, John en Freedson (2011). Binnen dit onderzoek werd alleen gekeken naar het aantal minuten matige tot en met zware intensieve fysieke activiteit (MPVA) per week. Hiervoor is gekozen, omdat deze intensiteit geadviseerd wordt in de beweegrichtlijn van de Gezondheidsraad (2017). Per deelnemer worden de counts per minuut (CMP),

per dag en per zeven draagdagen geteld boven het afkappunt van matig intensief bewegen; > 2691. De dag wordt meegenomen in de berekening als de accelerometer minimaal 10 uur per dag is gedragen. Van deze zeven draagdagen wordt een gemiddeld aantal counts per dag berekend. Indien er minder dan zeven dagen beschikbaar zijn, wordt het gemiddelde berekend van de beschikbare dagen met een minimum aantal draagdagen van vier. Uit eerder onderzoek is gebleken dat vier draagdagen een betrouwbaar beeld schetsen van de gemiddelde fysieke activiteit per week (Migueles et al., 2017).

### **2.3.3 Vragenlijst**

De deelnemer werd na afloop van de cognitietesten, gevraagd een vragenlijst in te vullen. Deze lijst bestond uit vragen over demografische gegevens, kwaliteit van leven en beweeggedrag. Voor dit onderzoek zijn de gegevens over ‘aandoeningen’, ‘geslacht’, ‘leeftijd’ en ‘opleiding’ uit de vragenlijst gebruikt. De variabele aandoeningen werd verkregen uit de vraag “ In hoeverre wordt u in uw beweging beperkt door één van de volgende aandoeningen? Dit is een lijst met vijftien veel voorkomende aandoeningen die het bewegen beperken zoals artrose, hart- en vaatziekten, spier- en zenuwaandoeningen, longaandoeningen en ernstige rugklachten. Deze vraag had een 5-punts schaal: 1) niet van toepassing, 2) nauwelijks beperkt, 3) beetje beperkt, 4) ernstig beperkt, 5) heel ernstig beperkt. Er is gehercodeerd, waarbij het antwoord ‘niet van toepassing’ werd omgezet naar code 0 = ‘ziekte niet aanwezig’. De overige antwoorden zijn omgezet naar code 1 = ‘ziekte wel aanwezig’.

De variabele ‘opleiding’ werd in de vragenlijst gemeten in zeven typen onderwijs: 1) lagere school/basisonderwijs, 2) lager algemeen of lager beroepsonderwijs, 3) middelbaar algemeen onderwijs, 4) middelbaar beroepsonderwijs, 5) hoger algemeen onderwijs, 6) hoger beroepsonderwijs, 7) wetenschappelijk onderwijs. Deze 7 punts-schaal is vereenvoudigd naar drie categorieën, waarbij het type onderwijs nummer 1 en 2 is ondergebracht in ‘laag opleidingsniveau’, type onderwijs nummer 3, 4 en 5 is omgezet naar ‘midden opleidingsniveau’ en type 6 en 7 in ‘hoog opleidingsniveau’. Deze variabele werd voor de regressieanalyse omgezet naar twee dummy-variabelen, waarbij laag opleidingsniveau de referentiecategorie vormde.

### **2.4 Procedure**

Dit onderzoek valt niet onder de wet medisch-wetenschappelijk onderzoek (WMO). Het onderzoek is goedgekeurd door de commissie Ethische Toetsing van de Open Universiteit en is geregistreerd onder: <http://www.trialregister.nl/trialreg/admin/rctview.asp?TC=6503>).

De werving van de deelnemers verliep via de gemeentes in de regio Limburg en gemeente de Bilt. Inwoners ouder dan 65 jaar werden schriftelijk uitgenodigd door hun gemeente. Deelname was vrijwillig. Om te kunnen participeren, moesten de deelnemers een toestemmingsverklaring terug sturen naar de Open Universiteit. Vervolgens werd er telefonisch contact opgenomen met de

deelnemer om te bepalen of zij voldeden aan de inclusiecriteria en om een afspraak in te plannen voor het afnemen van de cognitieve testen. De deelnemer kon ten alle tijden zonder opgaaf van reden stoppen met het onderzoek.

Bij aanvang van het onderzoek werd de deelnemer verzocht de accelerometer te dragen, waarmee het beweeggedrag werd gemeten. Het apparaatje diende gedragen te worden voor zeven aaneengesloten dagen en diende verwijderd te worden bij douchen/baden en zwemmen. Het mocht gedragen worden tijdens de nacht, maar dit was niet verplicht. Na afloop, werd de deelnemer verzocht om de accelerometer terug te sturen of mee te geven aan de testafnemer bij het eerste bezoek. Aan het eind van de eerste week werd de deelnemer door de testafnemer thuis bezocht en werden vier verschillende cognitieve testen afgenomen met behulp van de iPad, waarvan de vijftien woordenleertest de eerste test was. Het afnemen van de cognitieve testen nam totaal 45 minuten in beslag. Het afnemen van de vijftien woordenleertest (directe recall), duurt ongeveer 10 min. De test bestaat uit vijftien éénlettergrepige woorden: bloem, snor, kroon, beer, lap, klok, zwaan, rek, tas, berg, kruik, hoen, goot, maag en kar'. De deelnemer krijgt per twee seconde één woord visueel aangeboden op de iPad. Nadat alle woorden voorbij zijn gekomen, werd de deelnemer uitgenodigd zoveel mogelijk woorden te herhalen. De testafnemer noteerde de woorden eerst op een kladblaadje en daarna op de iPad in het Inquisit programma die het vervolgens opslaat. Woorden die meer dan één maal genoemd werden en foute woorden werden ook genoteerd. Woorden werden niet fout gerekend als er maar één letterfout was. (bijvoorbeeld: hoed was ook goed, testwoord was hoenu). De deelnemer kreeg de woordenlijst vijf keer te zien. Daarna werden andere cognitieve testen afgenomen, die geen beroep doen op het geheugen. Deze worden hier niet beschreven, omdat deze buiten de scope van dit onderzoek vallen.

Tussen het afnemen van de vijfde serie van de vijftien woordenleertest en de test die de uitgestelde recall mat, zit ongeveer 20 (min.15 - max. 25) minuten. Ook deze woorden werden eerst op een kladblaadje genoteerd en vervolgens op de iPad. Aan het einde van de test, beantwoorde de testafnemer een paar vragen over de condities (bijvoorbeeld of de ruimte rustig en licht was) en werd per test een score genoteerd voor de betrouwbaarheidstatus. Score 1 betekende dat de test volledig betrouwbaar werd geacht. Score 2 gaf aan dat er technische problemen waren opgetreden, bijvoorbeeld schermuitval van de iPad. Score 3 werd genoteerd indiende de deelnemer weigerde of onvoldoende gemotiveerd was voor de test. Score 4 werd gebruikt indien er een fysieke beperking was, zoals bijvoorbeeld slecht gehoor of er een bril vergeten was. Deze score werd ook gebruikt indien er een cognitieve beperking was en de deelnemers de instructie niet bevatte. Score 5 werd genoteerd indien de deelnemer afweek van de instructies en score 6 indien de test niet was afgenomen.

Na afloop van de testen werd de deelnemer gevraagd om op korte termijn ook de vragenlijst in te vullen over demografische gegevens, kwaliteit van leven en beweeggedrag. Dit kon zowel via

internet op [www.actief-plus.nl](http://www.actief-plus.nl) als op papier. De papieren vragenlijsten werden later digitaal verwerkt in een database.

Alle gegevens van zowel de accelerometer als de uitkomsten van de 15 woordenleertest, werden bij binnenkomst in de database, handmatig gecontroleerd door de onderzoeker op volledigheid en correctheid. De testafnemers zijn getraind om de cognitieve testen op een gestandaardiseerde manier uit te voeren aan de hand van een protocol, waardoor de betrouwbaarheid verhoogd werd. De scores op de 15 woordenleertest zijn ook nog twee maal gecheckt op volledigheid (totaal 5 rondes ingevuld op de iPad) en op per ongelijk fout getelde woorden. Indien een woord onterecht fout was geteld, dan werd dit handmatig alsnog toegevoegd.

## **2.5 Data-analyse**

In dit cross-sectionele onderzoek was 'MVPA' (matige tot en met zware intensieve fysieke activiteit) de predictor variabele en waren de 'scores op de geheugentest' (directe recall, uitgestelde recall en de Delta score) de criterium variabelen. Bij de beschrijvende statistiek is gebruik gemaakt van frequenties, percentages, gemiddelde en standaarddeviatie. Correlatieanalyses werden uitgevoerd om de onderlinge samenhang te bekijken tussen MVPA, de uitkomstmaten van de 15 woordenleertest en de variabelen, geslacht, leeftijd en opleiding. Voor de samenhang tussen de niet normaal verdeelde variabele MVPA en opleiding aan de ene kant en de overige variabelen aan de andere kant is de Spearman's rho correlatiecoëfficiënt gebruikt. Voor de overige correlaties op een continue schaal en dichotoom (geslacht) is de Pearson correlatie coëfficiënt berekend. Een correlatie coëfficiënt( $r$ ) van .10 is geïnterpreteerd als een zwakke relatie,  $r = .30$  als een middelmatige correlatie en  $r = .50$  als een sterke correlatie (Field, 2013).

Drie hiërarchische multiple regressieanalyses zijn uitgevoerd om te voorspellen of fysieke activiteit (MVPA) van invloed is op de scores van de 'directe recall, uitgestelde recall en de Delta score. In de eerste stap zijn de confounders opgenomen (geslacht, leeftijd, opleiding). De meeste onderzoeken met de geheugentest, suggereren dat variabelen leeftijd, sexe en opleidingsniveau invloed hebben op de relatie tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabelen (Elst et al, 2005, Klamming et al, 2016). Voor de variabele 'opleiding' waren twee dummy-variabelen aangemaakt, waarbij laag opleidingsniveau de referentiecategorie vormde. In model 2 van de regressieanalyse werd de daadwerkelijke predictor variabele MVPA toegevoegd, waarmee geëvalueerd werd hoeveel variantie MVPA nog kan verklaren nadat gecorrigeerd is voor de confounders. De R-kwadraat wordt gebruikt als maat voor effectgrootte. De grenswaarde van de R-kwadraat voor een klein, middelmatig en groot effect zijn respectievelijk .01, .09 en .25 (Field, 2013). Bij de regressieanalyses zijn alleen die deelnemers meegenomen waarbij alle bovengenoemde variabelen compleet waren ingevuld.

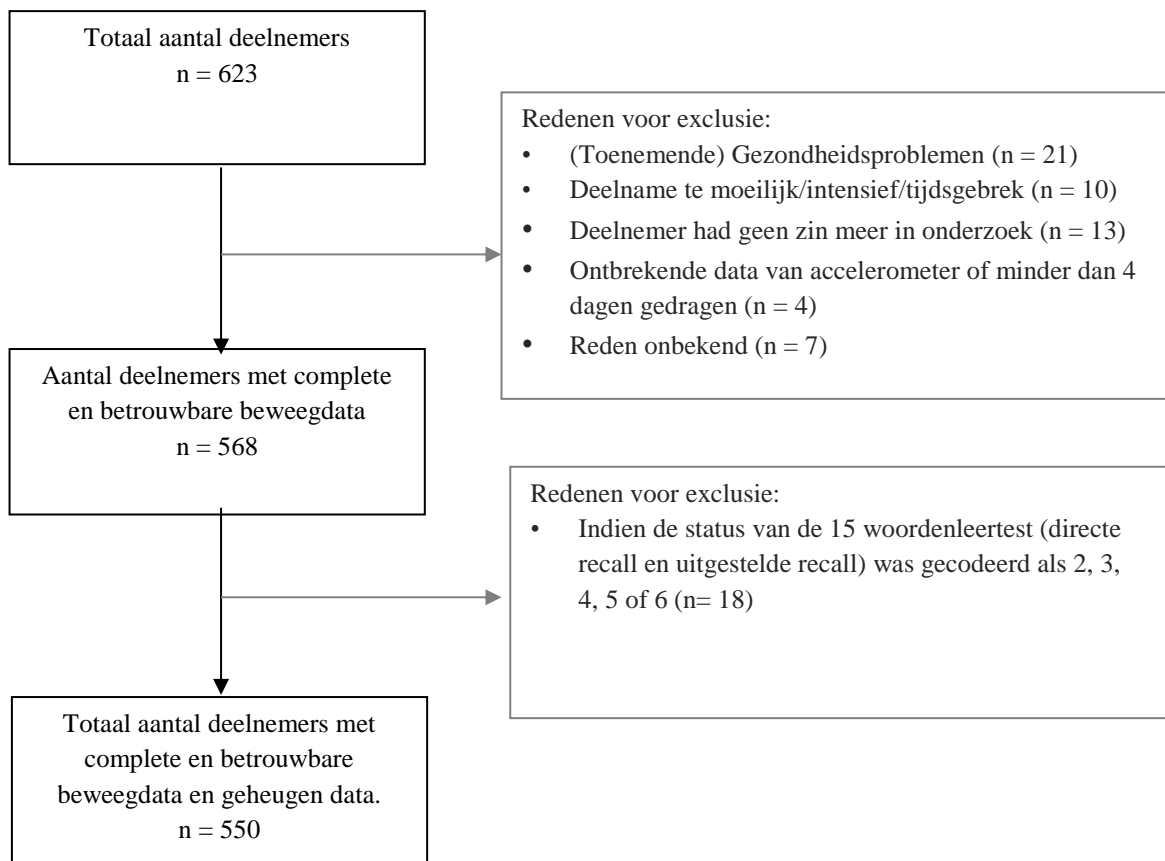
Assumpties voor het uitvoeren van de regressieanalyse zijn gecheckt. Een lineair verband tussen de onafhankelijke variabele en elke afhankelijke variabele was zichtbaar in de scatterplot. De Durbin-Watson test heeft alle keren waarden van rond de 2, waardoor de aanname van onafhankelijke residuen werd aangenomen. De plot van de gestandaardiseerde residuen versus de gestandaardiseerde voorspelde waarden, liet een random ronde wolk van datapunten zien, er was geen trechtervorm zichtbaar, waardoor de assumptie van homoscedasticiteit werd aangenomen. Ook was in de P-P plot te zien dat de residuen normaal verdeeld waren. Er bleken geen aanwijzingen te zijn voor multicollineariteit, aangezien bij alle analyses de Tolerance waarde hoger waren dan 0.2 en de VIF waarden niet groter dan 10. Samengevat kan worden gesteld dat geen assumpties werden geschonden. Outliers zijn in eerste instantie gedetecteerd met behulp van gestandaardiseerd z-scores. Bij de predictor MVPA werden zes extreme outliers geconstateerd (z-scores groter dan 3.29) en een totaal van 5.6% van de outliers met een z-score van boven de 1.96 (5% is toegestaan) (Field, 2013). Daarna is gekeken met behulp van Cook's distance in hoeverre de outliers het model beïnvloeden (Field, 2013). Zij bleken kleiner dan 1 en zijn dan ook geen reden voor zorg. Tevens zijn robuustheid analyses gedraaid met en zonder de extreme outliers, waarbij er verwaarloosbare verschillen werden geconstateerd in de bevindingen. Op basis hiervan zijn de outliers niet uit het data bestand verwijderd.

Aangezien er multiple testen zijn uitgevoerd (3 uitkomstmaten van de geheugentest) werd het significantieniveau gecorrigeerd om Type 1 fouten te voorkomen. Op basis van de Bonferroni methode, werd de alpha vastgesteld op .02 voor de regressieanalyses (alpha van .05 werd gedeeld door 3). Alles wordt tweezijdig getoetst, omdat binnen het vakgebied van de gezondheidspsychologie eenzijdig toetsing niet vaak wordt toegepast en het bijna nooit mogelijk is om uit te sluiten dat een verband de kant opgaat die je niet verwacht.

### 3. Resultaten

#### 3.1 Samenstellen dataset

Er zijn totaal 623 deelnemers geïnccludeerd. Als gevolg van gezondheidsproblemen, het ervaren van te moeilijke testen, tijdsgebrek, geen motivatie meer om te participeren in het onderzoek of andere onbekende reden zijn 55 mensen uitgevallen. Daarna zijn deelnemers die de accelerometer minder dan 4 dagen hebben gedragen of waar überhaupt geen data van was vastgelegd, geëxcludeerd (zie paragraaf 2.3.2). Betrouwbare geheugentesten waren die testen die de statusscore 1 ‘volledig betrouwbaar’ hadden ontvangen (zie paragraaf 2.4 voor de uitleg van de betekenis van de statusscores). Deelnemers met geheugentesten die een statusscore 2, 3, 4 of 5 hadden en deelnemers met ontbrekende geheugentesten zijn verwijderd. Uiteindelijk zijn voor het analyseren van de relatie tussen fysieke activiteit en het episodisch geheugen zijn in totaal 550 deelnemers meegenomen, waarvan zowel de beweegdata als de scores op de woordenleertest compleet en betrouwbaar waren (zie Figuur 2).



Figuur 2  
Flow chart van de redenen van exclusie deelnemers.



### 3.2. Beschrijvende statistiek

In tabel 1 is een beschrijving van de kenmerken van de deelnemers en het gemiddelde en standaarddeviatie van de variabelen weergegeven. Hiervoor is gebruik gemaakt van zowel de dataset bewegen en cognitie als ook de beschikbare data uit de vragenlijst. Hierdoor zijn er verschillen in het aantal deelnemers per variabele, afhankelijk of deze wel of niet is ingevuld door de deelnemer. De gemiddelde leeftijd van de deelnemers was 74.29 jaar ( $SD = 6.33$ ) en er waren iets meer mannelijke deelnemers (51,6%) dan vrouwen. De gemiddelde duur van matig tot en met intensieve fysieke activiteit was 205.32 minuten per week, met een grote spreiding ( $SD = 196.49$ , min = 1.00, max = 1217 minuten).

Tabel 1

*kenmerken van de deelnemers en gemiddelde scores (SD) op de afhankelijke en onafhankelijke variabele*

Variabele	<i>n</i>	(%)
Geslacht	533	
Man	275	51.6
Vrouw	258	48.4
Vijf meest voorkomende chronische aandoeningen		
Artrose	239	50.5
Vaataandoeningen	179	43.8
Hartaandoeningen	134	29.6
Ernstige rugklachten	136	28.4
Longaandoeningen	101	20.8
Voldoen aan beweegrichtlijn MVPA > 150 min <sup>a</sup>	268	48.7
Voldoen niet aan beweegrichtlijn MVPA < 150 min	282	51.3
Opleidingsniveau <sup>b</sup>	519	
Laag	168	32.4
Midden	206	39.7
Hoog	145	27.9
	<i>n</i>	<i>M (SD)</i>
Leeftijd in jaren	533	74.29 (6.33)
BMI kg/m <sup>2</sup>	514	27.34 (4.52)
Matig t/m intensieve fysieke activiteit (MVPA) min/week	550	205.32 (196.49)
15 Woordenleertest:		
Directe recall	550	35.56 (10.41)
Uitgestelde recall	550	7.40 (3.10)
Delta score	550	5.19 (2.37)

Noot. <sup>a</sup> Aerobe advies van beweegrichtlijn van Gezondheidsraad. MVPA= matig tot en met intensieve fysieke activiteit.

<sup>b</sup> Opleidingsniveau: Laag = Basisonderwijs en lager algemeen of lager beroepsonderwijs. Midden = Middelbaar en hoger algemeen onderwijs of middelbaar beroepsonderwijs. Hoog = hoger beroepsonderwijs en wetenschappelijk onderwijs.

<sup>c</sup> Directe recall score = som van trial 1 t/m 5. <sup>d</sup> Uitgestelde recall score = score van het aantal woorden die de deelnemer zich na ± 20 minuten nog kon herinneren. <sup>e</sup> Delta recall score = score op trial 5 min de score op trial 1

### 3.3. Resultaten van de analyses

De correlatieanalyse zoals weergegeven in tabel 2, laat zien dat er een significante maar zwakke positieve correlatie is tussen de matig-intensieve fysieke activiteit (MVPA) en de geheugenscores op de 15 woordenleertest,  $r = .22$ ,  $r = .18$  en  $r = .09$  voor de directe recall, de uitgestelde recall en de Delta scores respectievelijk. Er was ook significante negatieve middelmatige samenhang tussen MVPA en leeftijd ( $r = -.37$ ). De correlaties tussen de 3 afzonderlijke componenten van de 15 woordenleertest waren middelmatig tot sterk positief gecorreleerd, waarvan de correlatie tussen de totale directe recall en de uitgestelde recall het sterkst was ( $r = .85$ ). Er was een negatieve significante zwakke samenhang tussen de drie afzonderlijke uitkomstmaten van de geheugenscores en leeftijd. Er was een positieve zwakke correlatie tussen de geheugenscores en het geslacht. Dit betekent dat de vrouwen ten opzicht van mannen iets hoger scoorden op de geheugentesten. Er was een significante zwakke positieve samenhang tussen opleiding en de uitkomstmaten directe en uitgestelde recall scores. Hoe hoger het opleidingsniveau hoe hoger de scores op de directe recall en uitgestelde recall.

Tabel 2

*Correlatiecoëfficiënten tussen de matig-intensieve fysieke activiteit en de uitkomstmaten van de 15 woordenleertest en de confounder variabelen*

	1	2	3	4	5	6	7
1. MVPA <sup>a</sup>	-						
2. Directe recall score <sup>b</sup>	.22**	-					
3. Uitgestelde recall score <sup>c</sup>	.18**	.85**	-				
4. Delta recall score <sup>d</sup>	.09*	.55**	.58**	-			
5. Leeftijd	-.37**	-.30**	-.24**	-.09*	-		
6. Geslacht	-.05	.29**	.27**	.16**	.01	-	
7. Opleidingsniveau	-.07	.21**	.20**	.06	.02	-.06	-

Noot. Voor de samenhang tussen de niet normaal verdeelde variabele MVPA en opleiding aan de ene kant en de overige variabelen aan de andere kant is de Spearman's rho correlatiecoëfficiënt gebruikt. Voor de overige correlaties op een continue schaal en dichotome variabele is de Pearson correlatie coëfficiënt berekend.

Aantal ( $n$ ) = voor 1t/m 4= 550, 5t/m7= 533.<sup>a</sup> MVPA = matige tot en met intensieve fysieke activiteit <sup>b</sup> Totale directe recall score = som van trial 1 t/m 5.<sup>c</sup> Uitgestelde recall score = score van het aantal woorden die de deelnemer zich na 15-20 minuten nog kon herinneren. <sup>d</sup> Delta recall score = gecorrigeerde score voor de directe recall (trial 5 min de score op trial 1)

\*  $p < .05$ , \*\* $p < .01$  (2-zijdig getoetst)

In tabel 3 is de hiërarchische multiple regressieanalyse weergegeven, die is gebruikt om te voorspellen of fysieke activiteit (MVPA) van invloed is op ‘de directe recall’ score. Model 1 met alleen de confounders geslacht, leeftijd en opleiding als onafhankelijke variabelen en de scores op de directe recall als afhankelijke variabele, is significant ( $F(4, 528) = 37.85, p < .001$ ). In dit model wordt 22.3% van de variantie van de scores op de directe recall verklaard door geslacht leeftijd en opleiding.

In de 2e stap was MVPA als predictor toegevoegd. Ook dit model 2 is significant; ( $F(5, 527) = 31.66, p < .001$ ). 23.1% van de variantie van de scores op de direct recall werd verklaard door MVPA, geslacht, leeftijd en opleiding. Dat wil zeggen dat de predictor MVPA additioneel 0.8% van de variantie verklaard, bovenop de confounders ( $F\text{-change} (1, 527) = 5.59, p = .018$ ). Dit is significant, maar een klein effect.

De betacoëfficiënten in model 2 laten zien dat MVPA een significante voorspeller is. Geslacht, leeftijd en opleidingsniveau zijn sterkere significante voorspellers zijn dan MVPA. De regressiecoëfficiënt laat zien dat de waarde van de voorspelde directe recall score met .005 woordjes stijgt wanneer er 1 minuut meer fysieke activiteit wordt uitgeoefend. Per 100 min per week (of 14 min /dag) komt dit neer op 0.5 woordje meer herinneren.

Tabel 3

*Hiërarchische multiple regressie waarbij de ‘directe recall’ score wordt voorspeld op basis van basis van de duur van matige tot en met intensieve fysieke activiteit (MVPA)*  
 $n = 528$

	<i>b (SE)</i>	<i>Beta</i>	<i>p-waarde</i>
<b>Model 1</b>			
(Constant)	67.02(4.74)		
Geslacht <sup>a</sup>	6.31(0.80)	.30	< .001
Leeftijd	-0.50(0.06)	-.30	< .001
Opleiding midden niveau <sup>b</sup>	3.06(0.93)	.14	.001
Opleiding hoog niveau	5.97(1.02)	.25	< .001
$R^2 = .223$			< .001
<b>Model 2</b>			
(Constant)	61.92(5.19)		
Geslacht	6.40(0.80)	.31	.002
Leeftijd	-0.45(0.07)	-.27	< .001
Opleiding midden niveau	3.25(0.93)	.15	< .001
Opleiding hoog niveau	6.10(1.02)	.26	< .001
MVPA <sup>c</sup>	0.005(0.002)	.096	.018
$R^2 = .231$			< .001
$\Delta R^2 = .008$			.018

Noot. Model 1 = bevat alleen de confounders. Model 2 = confounders en de matig t/m intensieve fysieke activiteit (MVPA). <sup>a</sup> <sup>b</sup> De referentiecategorie voor geslacht is man en voor opleiding het lage niveau.

<sup>c</sup> MVPA wordt afgerond om 3 decimalen, omdat deze variabele een schaal heeft van 1-1217 min.

Tabel 4 geeft de regressieanalyses weer waarbij voorspeld werd of fysieke activiteit (MVPA) van invloed is op de uitgestelde recall score. Net zoals bij de directe recall score bleek Model 1 significant ( $F(4, 528) = 28.18, p < .001$ ). In dit model wordt 17.6% van de variantie van de scores op de directe recall verklaard door de confounders; geslacht leeftijd en opleiding. Ook model 2 is significant; ( $F(5, 527) = 24.24, p < .001$ ). De predictor MVPA verklaart additioneel 1.1% van de variantie, bovenop de confounders ( $F \text{ change } (1, 527) = 7.18, p = .008$ ). Dit is een klein effect.

De betacoëfficiënten in model 2 laten zien dat MVPA een significante voorspeller is voor de uitkomstmaat uitgestelde recall. De regressiecoëfficiënt laat zien dat de waarde van de voorspelde uitgestelde recall score met .002 woordjes stijgt wanneer er 1 minuut meer fysieke activiteit wordt uitgeoefend. Dit is een minder sterke stijging in woordjes dan bij de 'direct recall score'.

Tabel 4

*Hiërarchische multiple regressie waarbij de 'uitgestelde recall' score wordt voorspeld op basis van basis van de duur van matige tot en met intensieve fysieke activiteit (MVPA)*  
*n = 528*

	<i>b(SE)</i>	<i>Beta</i>	<i>p-waarde</i>
Model 1 <sup>a</sup>			
(Constante)	14.80(1.45)		
Geslacht	1.77(0.25)	.26	< .001
Leeftijd	-0.12(0.02)	-.25	< .001
Opleiding midden niveau	0.81(0.29)	.13	.005
Opleiding hoog niveau	1.67(0.31)	.23	< .001
$R^2 = .176$			< .001
Model 2 <sup>b</sup>			
(Constante)	13.03(1.59)		
Geslacht	1.80(0.25)	.29	< .001
Leeftijd	-0.10(0.02)	-.21	< .001
Opleiding midden niveau	0.88(0.29)	.14	.002
Opleiding hoog niveau	1.71(0.31)	.24	< .001
MVPA	0.002(0.001)	.11	.008
$R^2 = .187$			< .001
$\Delta R^2 = .011$			.008

Noot. Model 1 = bevat alleen de confounders. Model 2 = confounders en de matig t/m intensieve fysieke activiteit (MVPA). <sup>a</sup> <sup>b</sup> De referentiecategorie voor geslacht is man en voor opleiding het lage niveau.

<sup>c</sup> MVPA wordt afgerond op 3 decimalen, omdat deze variabele een schaal heeft van 1-1217 min.

De laatste regressieanalyse weergegeven in tabel 5, is uitgevoerd om te onderzoeken of MVPA een voorspeller was voor de uitkomstmaat de Delta score. Model 1 met alleen de confounders geslacht, leeftijd en opleiding is significant ( $F(4, 528) = 5.21, p < .001$ ). In dit model wordt 3.8 % van de variantie van de scores op de Delta score verklaard door geslacht leeftijd en opleiding.

Model 2 waarbij de voorspeller MVPA is toegevoegd, is ook significant; ( $F(5, 527) = 4.77, p < .001$ ). 4.3% van de variantie van de scores op de Delta score werd verklaard door MVPA, geslacht, leeftijd en opleiding. Dat wil zeggen dat de predictor MVPA additioneel 0,5% van de variantie verklaart, bovenop de confounders ( $F \text{ change}(1, 527) = 2.91, p = .089$ ). Dit is niet significant.

De betacoëfficiënten laten zien dat alleen geslacht een significante voorspeller is voor de uitkomstmaat de Delta-recall score. In tegenstelling tot de uitkomstmaten directe recall en uitgestelde recall, is MVPA geen significante voorspeller voor de Delta score.

Tabel 5:

*Hiërarchische multiple regressie waarbij de ‘Delta recall’ score wordt voorspeld op basis van basis van de duur van matige tot en met intensieve fysieke activiteit (MVPA)*  
 $n = 528$

	<i>b(SE)</i>	<i>Beta</i>	<i>p-waarde</i>
Model 1 <sup>a</sup>			
(Constante)	7.09(1.20)		
Geslacht	0.75(0.20)	.16	< .001
Leeftijd	-0.03(0.02)	-.09	.035
Opleiding midden niveau	0.35(0.24)	.072	.138
Opleiding hoog niveau	0.41(0.26)	.078	.108
$R^2 = .038$			< .001
Model 2 <sup>b</sup>			
(Constante)	6.16(1.32)		
Geslacht	0.77(0.20)	.16	< .001
Leeftijd	-0.02(0.02)	-.06	.155
Opleiding midden niveau	0.39(0.24)	.080	.104
Opleiding hoog niveau	0.44(0.26)	.082	.090
MVPA	0.001(0.001)	.077	.089
$R^2 = .043$			< .001
$\Delta R^2 = .005$			.089

Noot. Model 1 = bevat alleen de confounders. Model 2 = confounders en de matig t/m intensieve fysieke activiteit (MVPA). <sup>a</sup> <sup>b</sup> De referentiecategorie voor geslacht is man en voor opleiding het lage niveau.

<sup>c</sup> MVPA wordt afgerond op 3 decimalen, omdat deze variabele een schaal heeft van 1-1217 min.

#### 4. Discussie & Conclusie

Dit onderzoek richtte zich op de relatie tussen de duur van matig-intensieve fysieke activiteit (MVPA) en het episodisch geheugen bij ouderen met een mobiliteitsbeperking. MVPA heeft een significant positieve maar zwakke relatie met de scores op de direct recall en de uitgestelde recall. Dit zijn twee belangrijke uitkomstmaten voor de functie van het episodisch geheugen. De direct recall refereert aan het encoderen en het opslaan van nieuwe informatie in het episodisch geheugen, ook wel het lerend vermogen genoemd. De uitgestelde recall refereert aan het ophalen van de opgeslagen informatie in het episodisch geheugen. Meer matig-intensieve fysieke activiteit voorspelt dus een betere functie van het episodisch geheugen. Deze resultaten komen overeen met de verwachting, die gebaseerd was op het theoretische onderliggende mechanisme van het effect van fysieke activiteit op cognitie. Fysieke activiteit wordt gelinkt met een toegenomen bloedtoevoer in de hersenen, verhoogde afgifte van neurotransmitters en neurotrofines. Dit stimuleert de aanmaak van neuronen en nieuwe neurale verbindingen, waardoor betere cognitieve functies verklaard kunnen worden (Cotman et al., 2007; Gligoroska & Mancevska, 2012; Marmeleira, 2013).

De gevonden positieve relatie in dit onderzoek tussen MVPA en de directe recall en uitgestelde recall komen overeen met de resultaten van diverse studies bij gezonde ouderen die ook een positieve relatie vonden tussen fysieke activiteit en deze uitkomstmaten van het geheugen. Zo vond een grote longitudinale studie ( $n = 1966$ ) van 14 jaar, ook een positieve relatie tussen de fysieke activiteit en de directe recall en uitgestelde recall geheugenscores (Klaming et al., 2016). In een recente review en meta-analyse van 23 experimentele studies bij gezonde ouderen ( $n = 1225$ ) werd een positief maar klein effect ( $d = 0.24$ ) van fysieke activiteit op het geheugen gevonden, in lijn met de bevindingen van dit onderzoek (Sanders, Hortobágyi, Bastide-van Gemert, Van der Zee, & Van Heuvelen, 2019).

Er is maar één onderzoek bekend naar het effect van fysieke activiteit op cognitie bij ouderen met *mobilitéitsbeperkingen als gevolg van chronische aandoeningen* (Langlois et al., 2012). De deelnemers waren 'kwetsbare ouderen', met chronische aandoening die vergelijkbaar waren met de gerapporteerde chronische aandoening binnen deze studie. Er werd een verbetering gevonden van een aantal cognitieve functies, maar geen verbetering van het episodisch geheugen, die gebaseerd was op de totale som scores van de directe recall scores, gemeten met de Rey's Auditory Verbal Learning test. Dit is tegenstrijdig met de bevindingen van dit onderzoek, waarbij wel een kleine associatie werd gevonden tussen fysieke activiteit en de scores van de directe recall. Een mogelijke verklaring voor dit verschil in resultaten kan gezocht worden in het aantal deelnemers. De studie van Langlois et al. bestond uit relatief weinig deelnemers (interventiegroep  $n = 36$ , controlegroep  $n = 36$ ). Een andere mogelijke verklaring is het verschil in onderzoeksopzet. De beweeginterventie bestond uit een programma van 12 weken, drie keer per week één uur durende training op een matig tot intensieve

intensiteit. Dit betekent dat de studie van Langlois et. meer heeft gekeken naar het effect van acute fysieke activiteit op cognitieve functies, terwijl deze huidige studie cross-sectioneel van aard is en dus uitgaat van een bestaand beweegpatroon, ook wel aangeduid als chronische activiteit. Wyss-Coray (2016) stelt dat beweeginterventies van minder dan één jaar, niet voldoende zijn om cognitieve effecten waar te nemen.

In tegenstelling tot de uitkomstmaten directe recall en uitgestelde recall, is MVPA geen significante voorspeller voor de Delta score. De Delta score werd in dit onderzoek berekend door de score van de 5<sup>e</sup> trial te verminderen met de score van trial 1 (zie paragraaf 2.3.1). In tegenstelling tot de regressieanalyse vertoont de correlatieanalyse (tabel 2) wel een significante maar zwakke correlatie tussen MVPA en de Delta score. Dit verschil is te wijten aan het feit dat in de regressieanalyse andere variabelen zijn meegenomen die de relatie tussen MVPA en de Delta score kunnen beïnvloeden. Tevens is bij de regressieanalyse gecontroleerd voor multiple testing, waardoor de grenswaarde voor een significant effect strenger is. Aangezien de effectgrootte van de correlatie ook maar erg klein is ( $r = .09$ ) kan geconcludeerd worden dat er weinig verschil zit tussen beide analyses en MVPA geen voorspeller is voor de Delta score. Ook de confounders leeftijd en opleiding zijn in het model met de Delta score als uitkomstmaat, geen significante voorspellers. Een mogelijke statistische verklaring voor het feit dat de Delta score geen relatie vertoont met MVPA en de directe recall score wel, zou kunnen liggen in de spreiding van de uitkomsten. Voor de totale som van de directe recall zijn de scores tussen 1 t/m 75 en bij de Delta score variëren de uitkomsten tussen de -3 tot +12. Deze spreiding is minder groot en daarom kan het lastiger zijn om associaties met deze Delta scores op te pikken.

Het is tevens mogelijk dat de Delta score en de totale recall score twee verschillende aspecten van het geheugen meten. De Delta score corrigeert voor de 1<sup>e</sup> trial, die volgens Van der Elst et al. (2005) een maat is voor processen die uitgevoerd worden door het kortetermijngeheugen of het werkgeheugen. Echter, Atkinson en Shiffrin (1968) en Baddely (2003) stellen dat het kortetermijngeheugen informatie ongeveer 30 seconde of slechts enkele seconde respectievelijk kan vasthouden. Het afnemen van één trial van 15 woorden duurde in dit onderzoek minimaal 30 seconden (15 woordjes visueel aangeboden met 2 seconde tussenpozen), hetgeen impliceert dat het oproepen van de woordjes na de eerste trial uit het kortetermijngeheugen zijn verdwenen en dus uit het langetermijngeheugen komen. (Sub)vocale articulatie (herhaal strategie) kan de bewaartijd van informatie in het kortetermijngeheugen wel verlengen naar enkele minuten (Baddely, 2003). In dit onderzoek is niet gelet op toepassen van de herhaal strategie. Samenvattend kan gesteld worden dat het onduidelijkheid is of de totale som van de vijf directe recall trials en de Delta score (trial 5 min trial 1) vergelijkbare uitkomstmaten zijn voor het leervermogen van het episodisch geheugen.

Ondanks het veelvuldig gebruik van de Rey's Verbal Learning test of een afgeleide hiervan (zoals de 15 woordenleertest) in onderzoek, is het gebruik van deze test niet uniform. De meeste gebruikte uitkomstmaat voor het functioneren van het episodisch geheugen is de totale som van de directe recall (trial 1 t/m 5) (Elst et al., 2005, Lezak et al., 2004). Hiertussen liggen allerlei varianten die als uitkomstmaat zijn gebruikt voor het functioneren van het episodisch geheugen bij ouderen, zoals de score van trial 5 (Flöel et al., 2010; Ruscheweyh et al., 2011) of de totale som van 3 trials (Klaming et al., 2016). Het gebruik van een vergelijkbare geheugenscore als de Delta score (trial met hoogste score min de score van trial 1) is bij eerdere onderzoeken naar de relatie tussen fysieke activiteit en het geheugen bij ouderen, niet gevonden in de literatuur.

Een sterk punt van dit onderzoek is het gebruik van een objectief en gebruiksvriendelijk meetinstrument om de fysieke activiteit te meten. Dit is gemeten met een accelerometer, die zowel de geplande doelgerichte activiteiten (sport) meet, als ook de fysieke activiteiten die gepaard gaan met werk in- en om het huis en vrijetijdsbesteding. Deze meetmethode verkleint de kans op recall-bias in vergelijking tot zelf-rapportage (Zlatař et al., 2015). Bij ouderen is de kans op fouten van de zelf-rapportage groter, mogelijk doordat zij het noteren van de activiteiten eerder vergeten (Hayes et al., 2015). Echter ook bij het gebruik van de accelerometer is het belangrijk om rekening te houden met de beperkingen en foutmarges van dit apparaatje. De accelerometer werd door de meeste deelnemers niet 's-nachts gedragen. Ondanks dat de deelnemer geïnstrueerd was om de accelerometer op het nachtkastje te bewaren en gelijk na ontwaken en douchen om te doen, is er een kans dat de deelnemers dit vergeten en de accelerometer later op de dag pas weer aanbrengen. Daarnaast kan de accelerometer een activiteit als zwemmen niet meten, aangezien deze niet in het water gedragen mag worden. Een ander sterk methodologisch punt van dit onderzoek is het grote aantal deelnemers, waardoor het onderzoek een hoge power heeft. Tevens heeft dit onderzoek gecorrigeerd voor multiple testing, door het toepassen van de Bonferroni methode waarmee de kans op Type 1 fouten werd voorkomen.

Een aantal beperkingen van dit onderzoek moet overwogen worden bij het interpreteren van de resultaten. Zoals bij alle cross-sectionele studies, is het niet mogelijk de richting van de causaliteit te bepalen van de gevonden relatie tussen fysieke activiteit en het functioneren van het geheugen. Leeftijdsgebonden achteruitgang van het geheugen kan bijdragen aan verandering in het beweegpatroon van ouderen, omdat meerdere cognitieve processen betrokken zijn bij de planning, coördinatie en uitvoering van de fysieke activiteit (Marmeleira, 2012). Omgekeerd, kan minder fysieke activiteit als gevolg van verminderde mobiliteit ook leiden tot verslechtering van cognitief functioneren. Mobiliteitsproblemen bij ouderen kunnen leiden tot minder deelname aan activiteiten, minder sociale contacten en een verhoogd risico op een depressie, die allen invloed zouden kunnen hebben op een afname van het cognitief functioneren (Vance et al., 2016). Tevens zijn er een aantal



factoren bekend, zoals intelligentie, slaap, roken en alcoholgebruik die niet zijn meegenomen in dit onderzoek en mogelijk de resultaten beïnvloed kunnen hebben. Een hoger IQ en een matige alcohol consumptie zijn geassocieerd met een beter episodisch geheugen, terwijl roken en lang slapen geassocieerd worden met een slechter functioneren van het episodisch geheugen (Klaming et al., 2016). Tenslotte dient de geringe ecologische validiteit van dit onderzoek beschouwd te worden. Ondanks dat de 15 woordenleertest bekend staat als een sensitieve verbale geheugen test, staat deze test ver af van de manier waarop het geheugen in het dagelijks leven een rol speelt, zoals bij boodschappen doen, afspraken nakomen en onthouden waar spullen liggen (Van Cranenburgh, 2018)

Ondanks de beperkingen van het onderzoek, kan geconcludeerd worden dat dit onderzoek een positieve relatie aantoont tussen matig tot en met intensieve fysieke activiteit en het functioneren van het episodisch geheugen uitgedrukt in de totale directe recall en de uitgestelde recall maat. Hierbij moet aangemerkt worden dat MVPA slechts additioneel 0.8 - 1.1% van de variantie verklaart in de geheugenscores, nadat gecontroleerd is voor de confounders geslacht, leeftijd en opleiding. Dit is significant, maar een klein effect. Desalniettemin, impliceren de resultaten van dit onderzoek dat fysieke activiteit bijdraagt aan het functioneren van het episodisch geheugen, relevant voor het leren. Het kunnen leren, onthouden en herinneren van informatie is belangrijk voor de zelfredzaamheid in het dagelijks leven, waardoor ouderen langer zelfstandig kunnen blijven wonen en de kwaliteit van leven bevordert wordt (VWS, 2011). Naast de positieve effecten van beweging op het geheugen, is bekend dat beweging meer gezondheidsvoordelen heeft (Gezondheidsraad, 2017). De beweegrichtlijn van de Gezondheidsraad gaat uit van 150 minuten matig-intensieve beweging per week, naast 2 x per week krachttraining. In dit onderzoek voldeed 51.3% van de ouderen met mobiliteitsbeperkingen niet aan de norm van 150 minuten beweging per week. Deze bevinding impliceert dat er meer inzicht gewenst is in de achterliggende factoren waarom de beweegnorm niet behaald wordt en te zoeken naar passende beweeginterventies voor deze doelgroep.

Op het terrein van onderzoek wordt geadviseerd om experimenteel onderzoek te doen naar fysieke activiteit en geheugen bij ouderen met mobiliteitsbeperkingen, omdat dit een grotere bewijskracht oplevert voor oorzaak-gevolg relatie dan dit cross-sectioneel onderzoek. Het nog lopende 1 jaar durende experimenteel onderzoek 'Actief Plus & het effect op cognitie bij ouderen met een mobiliteitsbeperking' verwacht medio 2019 de eerste resultaten waaronder ook resultaten op de 15 woordenleertest. Tevens verdient het aanbeveling om in toekomstige studies de leercurve (Delta score: trial met hoogste score min trial 1) als uitkomstmaat te nemen, zodat deze maat meer gevalideerd kan worden en een vergelijking mogelijk is tussen verschillende studies. Meer onderzoek naar welke vorm van fysieke activiteit (acuut versus langdurige, aeroob, kracht, balans) het gunstigste effect heeft op het geheugen bij ouderen met mobiliteitsstoornissen, is ook een wenselijke toevoeging aan het huidige onderzoek.

## Referenties

- Alzheimer. (2017). Factsheet; cijfers en feite over dementie. Geraadpleegd op <https://www.alzheimer-nederland.nl/sites/default/files/directupload/factsheet-dementie-algemeen.pdf>.
- Atkinson, R.C., & Shiffrink, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *The psychology of learning and motivation: II*. Oxford, England: Academic Press.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829-839. doi:10.1038/nrn1201
- Barha, C.K., Davis, J.C., Falck, R.S., Nagamatsu, L.S., & Lui-Ambrose, T. (2017). Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials in older humans. *Frontiers in Neuroendocrinology* 46, 71-85. doi:10.1016/j.yfrne.2017.04.002
- Bherer, L., Erickson, K.I., & Ambrose, T.L. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *Journal of Aging Research*, vol.2013,1-8. doi 10.1155/2013/657508
- Blondell, S.J., Hammersley-Mather, R., & Veerman, J.L. (2014). Does physical activity prevent cognitive decline and dementia? A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *BMC Public Health*, 14(510), 1-12. doi:10.1186/1471-2458-14-510
- Boyle T, Lynch B.M., Courneya K.S., & Vallance J.K. (2015). Agreement between accelerometer-assessed and self-reported physical activity and sedentary time in colon cancer survivors. *Support Care Cancer*, 23(4),1121-1126. doi:10.1007/s00520-014-2453-3
- Brand, N., & Jolles, J. (1985). Learning and retrieval rate of words presented auditory and visually. *Journal of General Psychology*, 112(2), 201-210. doi:10.1080/00221309.1985.9711004
- Buckner, R.L. (2004). Memory and Executive Function in Aging and AD: Multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. *Neuron*, 44(1), 195-208. doi:10.1016/j.neuron.2004.09.006
- Candela, F., Zucchetti, G., Magistro, D., & Rabaglietti, E. (2015). The effects of a physical activity program and a cognitive training program on the long term memory and selective attention of older adults: a comparative study. *Activities, Adaptatin & Aging*, 39(1), 77-91. doi: 10.1080/01924788.2014.977191
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2015). Beperkingen in dagelijkse handelingen bij ouderen. Opgevraagd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2015/18/beperkingen-in-dagelijkse-handelingen-bij-ouderen>.

- Clark, S., Parisi, J., Kuo, J., & Carlson, M.C. (2016) Physical activity is associated with reduced risk of executive function impairment in older women. *Journal of Aging and Health*, 28(4), 726-739. doi:10.1177.0898264315609908
- Colcombe, S., Kramer, A.F.(2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *American Psychological Society* 14(2), 125-130. doi:10.1111/1467-9280.t01-1-01430
- Cotman, C.W., Berchtold, N.C., & Christie, L. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences* 30(9). doi:10.1016/j.tins.2007.06.011
- Craik, F.I.M., & Rose, N.S. (2012). Memory encoding en aging: A neurocognitive perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 36, 1729-1739. doi:10.1016/j.neurobiorev.2011.11.007
- De Asteasu, M.L.S., Martínez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Casas\_Herrero, A., & Izquierdo, M. (2017). Role of physical exercise on cognitive function in healthy older adults: A systematic reviews of randomized clinical trials. *Ageing Research Reviews*, 37, 117-134. doi:10.1016/j.arr.2017.05.007
- D'haenens, G., De Hert, M., Peuskens, J., Sabbe, B., Van Gool, D., & Meire, I. (2001). Het geheugen: Een overzicht van de verschillend systemen en processen. *Supplement bij Neuron*, 6(5), 1-8.
- Erickson, K.I., Voss, M.W., Prakash, R.S., Basak, C., Szabo, A., Chaddacik, L.,... Kramer, A.F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc.Natl. Acad.Sci.U.S.A.* 108(7), 3017-3022. doi:10.1073/pnas.1015950108
- Flöel, A., Ruschewey, R., Krüger, K., Willemer, C., Winter, B., Völker, K,... Knecht, S. (2010) Physical activity and memory functions: Are neurotrophins and cerebral gray matter volume the missing link? *NeuroImage*, 49, 2756-2763. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.10.043.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. (4<sup>e</sup> ed.). Londen: SAGE Publications Ltd.
- Fratiglioni, L. & Wang, H. (2007). Brain reserve hypothesis in dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*, 12(1), 11-22. doi:10.3233/jad-2007-12103
- Gezondheidsraad. (2017). Beweegrichtlijnen 2017. Opgevraagd van [https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/grpublication/beweegrichtlijnen\\_2017.pdf](https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/grpublication/beweegrichtlijnen_2017.pdf)
- Gligoroska, J.P., & Manchevska, S.(2012). The effect of physical activity on cognition: Physiological Mechanisms. *Materia Socio Medica*, 24(3), 198-202. doi:10.5455/msm.2012.24.198-202
- Grady, C. (2012). The cognitive neuroscience of aging. *Nature Reviews. Neuroscience*, 13(7), 491-505. doi:10.1038/nrn3256

- Grady, C., & Craik, F.I.M. (2000). Changes in memory processing with age. *Current Opinion in Neurobiology*, 10(2), 224-231. doi:10.1016/s0959-4388(00)00073-8
- Hedden, T., & Gabrieli, J.D.E. (2004). Insights into the aging mind: A view from cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(2), 87-96. doi:10.1038/nrn1323
- Kalverboer, A. F., & Deelman, B. G. (1964). *Voorlopige selectie van enkele tests voor het onderzoeken van geheugenstoornissen van verschillende aard*. Unpublished report, Groningen University, Department of Neuropsychology, Groningen, The Netherlands
- Kelly, M.E., Loughrey, D., Lawlor A.B., & Robertson, I.H. (2014). The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews* 16(5), 12-31. doi:10.1016/j.arr.2014.05.002
- Kirk-Sanchez, N.J., & McGough, E.L. (2014). Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clinical interventions in aging*, 9, 51-62. doi :10.2147/cia.s39506
- Klaming, R., Annese, J., Veltman, D.J., & Comijn, H.C. (2017). Episodic memory function is affected by lifestyle factors: a 14-year follow-up study in an elderly population. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 24(5), 528-542. doi: 10.1080/13825585.2016.1226746
- Konrad, B.N. (2018). *De geheimen van ons geheugen*. Amsterdam : AmbolAnthos
- Langlois, F., Vu, T.T.M., Chassé, K., Dupuis, G., Kergoat, M.J., & Bherer, L.(2012). Benefits of physical exercise training on cognition and quality of life in frail older adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 68(3), 400-404, doi: 10.1093/geronb/gbs069
- Lezak, M.D., Howieson, D.B., & Loring, D.W. (2004). *Neuropsychological assessment*. New York, NY: Oxford University Press.
- Marmeleira, J. (2013). An examination of the mechanism underlying the effects of physical activity on brain and cognition. *European Review of Aging Physical Activity*, 10(2), 83-94. doi:10.1007/s11556-012-0105-5
- Miguel J.H., Cadenas-Sanchez C., Ekelund U., Delisle Nystrom C., Mora-Gonzalez J., Lof M., ... Ortega F.B. (2017). Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. *Sports medicine*, 9(47), 1821-1845.
- Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. (2011). Landelijke nota gezondheidsbeleid Gezondheid dichtbij. Opgevraagd van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/beleidsnota-s/2011/10/10/landelijke-nota-gezondheidsbeleid-gezondheid-dichtbij>
- Naveh-Benjamin, M. (2000). Adult age differences in memory performance: Tests of an associative deficit hypothesis. *J. Exp. Psychology of Learning*, 21, 1170-1187.

- Northey, J.M., Cherbuin, N., Pampa, K.L., Smee, D.J., & Rattray, B. (2018). *British Journal Sports Medicine*, 5 (3), 154-160. doi:10.1136/bjsports-2016-096587
- Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in cognitive sciences*, 16(5), 292-305. doi:10.1016/j.tics.2012.04.005
- Park, D.C., & Festini, S.B. (2017). Theories of Memory and aging: A look at the past and a glimpse of the future. *Journals of Gerontology: Psychol Sciences*, 72(1), 182-90. doi: 10.1093/geronb/gbw066
- Park, D.C., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The adaptive brain: Aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology* 60(1), 173-196. doi: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093656
- Powell, J.W., Cripe, L.I., & Dodrill, C.B. (1991). Assessment of brain impairment with the Rey Auditory Verbal Learning Test: A comparison with other neurological measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 6(4), 241-249. doi: 10.1016/0887-6177(91)90001-p
- Rey, A. (1964) *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. (2016). *Belemmeringen en drijfveren voor sport en bewegen bij ondervertegenwoordigde groepen*. Geraadpleegd op [https://www.rivm.nl/Documenten en publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Maart/Belemmeringen en drijfveren voor sport en bewegen bij ondervertegenwoordigde groepen](https://www.rivm.nl/Documenten%20en%20publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Maart/Belemmeringen%20en%20drijfveren%20voor%20sport%20en%20bewegen%20bij%20ondervertegenwoordigde%20groepen).
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. (2017). Hoeveel mensen voldoen aan de door de Gezondheidsraad geadviseerde beweegrichtlijnen 2017? Geraadpleegd op [https://www.volksgezondheidenzorg.info/sites/default/files/hoeveel mensen voldoen aan beweegrichtlijnen 2017.pdf](https://www.volksgezondheidenzorg.info/sites/default/files/hoeveel%20mensen%20voldoen%20aan%20beweegrichtlijnen%202017.pdf)
- Ruscheweyh, R., Willemer, C., Krüger, K., Duning, T., Warnecke, T., Sommer, J., ...Flöel, A. (2011). Physical activity and memory functions: An interventional study. *Neurobiology of Aging*, 32, 1304-1319. doi:10.1016/j.neurobiologiaing.2009.08.001
- Sanders, L.M.J., Hortobágyi, T., La Bastide-van Gemert, S., Van der Zee, E.A., & Van Heuvelen, J.G. (2019). Dose-response relationship between exercise and cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* 14(1), 1-24. doi:10.1371/journal.pone.0210036
- Sasaki, J.E., John, D., & Freedson, P.S. (2011). Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *Journal of science and medicine in sport*, 14(5), 411-416.
- Siddarth, P., Rahi, B., Emerson, N.D., Burggren, A.C., Miller, K.J., Bookheimer, S., ...Merrill, D.A. (2018). Physical activity and hippocampal sub-region structure in older adults with memory complaints. *Journal of Alzheimer's Disease*, 61(3), 1089-1096. doi:10.3233/jad-170568

- Smith, P.J., Blumenthal, J.A., Hoffman, B.M., Cooper, H., Strauman, T.A., Welsh-Bohmer, K., ...Sherwood, A.(2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic.Medicine*, 72(3), 239-252. doi:10.1097/PSY.0b013e3181d14633
- Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini. G.F., Casini, A., & Macchi, C. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: A meta-analysis op prospective studies. *Journal of Internal Medicine*, 269(1), 207-117. doi:10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x
- Stoeldraijer, L., van Duin., C., & Huisman, C. (2017). Statistische Trends. Bevolkingsprognose: 2017-2060, 18.4 miljoen inwoners in 2016. Uitgever Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- Valcke M. (2010). *Onderwijskunde als Ontwerpwetenschap*. Gent: Academia Press.
- Van Cranenburgh, B. (2018). *Neuropsychologie, over de gevolgen van hersenbeschadigingen*. Houten: Bon Stafleu van Loghum.
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M.P.J., Van Breukelen, G.J.P., & Jolles, J. (2005). Rey's verbal learning test: Normative data for 1855 healthy participants aged 24-81 years and the influence of age, sex, education and mode of presentation. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 290-302. doi:10.107/S135561770505034
- Vance, D.E., Marson, D.C., Triebel, K.L., Ball, K., Wadley, V.G., & Humprey, S.C. (2016). Physical activity and cognitive function in older adults: The mediating effect of depressive symptoms. *Journal of Neuroscience Nursing*, 48(4), 2-17. doi:10.1097/JNN.0000000000000197
- Wyss-Coray, T. (2016). Ageing, neurodegeneration and brain rejuvenation. *Nature*, 539(7628), 180-186. doi:10.1038/nature20411
- Volksgezondheid Toekomst Verkenning. (2014). Meer ouderen, meer chronische ziekten, beperkingen stabiel. Opgevraagd van [http://www.eengezondernederland.nl/Een\\_gezonder\\_Nederland/Highlights/Trends\\_in\\_de\\_volksgezondheid/Meer\\_ouderen\\_meer\\_chronisch\\_ziekten\\_beperkingen\\_stabiel](http://www.eengezondernederland.nl/Een_gezonder_Nederland/Highlights/Trends_in_de_volksgezondheid/Meer_ouderen_meer_chronisch_ziekten_beperkingen_stabiel)
- Young, J., Angevaren, M., Rusted, J., & Tabet, N. (2015). Aerobic exercise to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment (review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, 1-72. Doi:10.1002/14651858.cd005381.pub4
- Zhu, W., Wadley, V.G., Howard, V.J. Hutto, B., Blair, S.N., & Hooker, S.P. (2016). Objectively measured physical activity and cognitive function in older adults. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 49(1), 47-53. doi:10.1249/MSS. 0000000000001079
- Zlatar, Z.Z., McGregor, K.M., Towler, S., Nocera, J.R., Dzierzewski, J.M., & Crosson, C. (2015). Self-reported physical activity and objective aerobic fitness: Differential associations with gray matter density in healthy aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, 1-8. doi: 10.3389/fnagi.2015.00005

